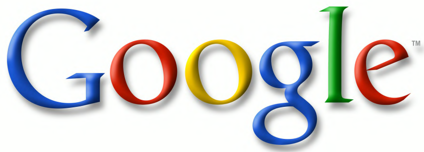




Anlage und Organisation

städtischer Wasserversorgungen.

Bericht an den Tit. Stadtrath Zürich.

Von

A. Bürkli,

städtischem Jngenieur.





Zürich,
Druck und Verlag von Friedrich Schultheß.
1867.

Anlage und Organisation



städtischer Wasserversorgungen.

Bericht an den Tit. Stadtrath Zürich.

Von

A. Bürkli,

städtischem Ingenieur.

Zürich,
Druck und Verlag von Friedrich Schultheß.
1867.

Vorrede.

Die günstige Aufnahme und Beurtheilung, welche mein Bericht über die Anlage städtischer Abzugskanäle gefunden hat, geben mir die Hoffnung, daß auch der vorliegende Bericht hie und da nicht ohne Interesse sein möchte.

Von Tag zu Tag mehrt sich die Zahl der Städte, welche sich die Vortheile neuer Wasserversorgungen verschaffen wollen. Während die Einrichtung derselben bisher das Geschäft weniger Techniker war, welche sich speziell mit diesem Zweige der Ingenieurwissenschaft abgaben, wird es immer nothwendiger, daß auch die Behörden und Techniker jener Städte sich ein selbständiges Urtheil über diese Unternehmungen bilden und ihre Beschlüsse über Anlage sowohl als Organisation mit vollem Bewußtsein fassen können.

Wenn es in erster Linie der Zweck des vorliegenden Berichtes war, dieß den zürcherischen Behörden zu ermöglichen, dürfte er den gleichen Dienst auch an andern Orten leisten, da die anderwärts gemachten Beobachtungen und darauf gegründeten Schlüsse ganz allgemeiner Natur sind.

Die aus mündlichen Mittheilungen und zahlreichen Druckschriften entnommenen Zahlenangaben machen durchaus keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, handelte es sich doch keineswegs um genaue Beschreibung verschiedener lokaler Anlagen, sondern bloß um Material für allgemeine Betrachtungen. Allfällige Fehler sollten ohne Einfluß auf die gezogenen Schlüsse sein.

Man wird entschuldigen, daß zur Vermeidung zahlloser Zitate die benutzten Druckschriften nicht überall speziell angeführt sind.

Zürich, im Mai 1867.

A. Bürkli, städtischer Ingenieur.

Ueber Wasserversorgungen im Allgemeinen.

Einleitung.

Wie die zunehmende Bevölkerung und Ausdehnung der Städte vermehrte und veränderte Vorkehrungen zur Abführung der Abfälle nothwendig macht, wenn sich nicht bald sanitarische Uebelstände zeigen sollen, so ruft sie anderseits einem bedeutend gesteigerten Bedürfniß nach Wasser. Das fast an allen Orten von der Natur gebotene Wasser fängt zu mangeln an, und genügt selbst bei gleichen Ansprüchen der vermehrten Zahl der Einwohner nicht mehr. Bezugsquellen, die bisher gutes Wasser lieferten, werden unbrauchbar, Flüsse oder Bäche wegen Verunreinigung durch die steigende Menge der in sie gelangenden Abfälle, Pumpbrunnen durch die Einwirkung der umgebenden Abtrittgruben und Ablagerungen von Unrath. Andere Bezugsquellen nehmen an ihrer Ergiebigkeit ab, da die zunehmende Bebauung und Abholzung der Umgebungen der Städte das Quantum des in den Boden versickernden und als Quellen wieder zu Tag tretenden Wassers vermindert. Zu allem kommt das an sich gesteigerte Bedürfniß nach mehr Wasser für jeden Einzelnen, die steigende Ueberzeugung, daß die Reinlichkeit der Wohnungen, der Kleider und des Körpers wie die Reinheit der die Wohnungen erfüllenden Luft von wesentlichem Einfluß auf die Gesundheit und damit auf die Lebensdauer der Menschen sei.

So macht sich das Bedürfniß nach neuen, ein reichliches Wasserquantum liefernden Anlagen, die an die Stelle der einzelnen Pumpbrunnen, Schöpfwerke und Quellenleitungen treten, immer fühlbarer und hat entsprechenden Anlagen gerufen.

Die Römer kannten dieses Bedürfniß schon vollständig und

schafften ihm in Rom selbst und in allen bedeutenden Städten, welche sie gründeten, reichliche Abhülfe. Mit dem Verfall römischer Kultur verfielen auch die großartigen Wasserleitungen. Lange Zeit begnügte man sich, deren Pracht und Größe zu bewundern, ohne daß das Bedürfniß nach Wasser so rege geworden wäre, um zu ähnlichen Anlagen anzuspornen. Hie und da wurde für eine Stadt eine größere Anlage ausgeführt, häufiger noch wurden große Summen verwendet, um die Schlösser einzelner Fürsten mit Wasserkünsten zu zieren; im Ganzen aber geschah für die Wasserleitungen wenig, und wurde auch wenig Gewicht auf die Eigenschaften des von den Städtebewohnern verwendeten Wassers gelegt.

In neuerer Zeit erwachte zuerst in England das Bedürfniß nach mehr und besserem Wasser und veranlaßte die Einrichtung von Wasserversorgungen in zahlreichen Städten. Dieser Bestrebung gab die Einführung des Schwemmsystemes zur Ableitung des Unrathes aus den Häusern und Städten noch größeres Gewicht, da hier die Wasserlieferung in alle Häuser ein Haupterforderniß ist. So finden sich jetzt in England nur noch wenige bedeutendere Ortschaften, welche nicht ihre Wasserversorgung hätten, die in alle Häuser ein großes Quantum Wasser liefert.

Doch auch in andern Ländern brach sich dieser Aufschwung Bahn; zahlreiche Städte in Frankreich, nach nnd nach auch in Deutschland richten Wasserversorgungen ein, gerade gegenwärtig wird überall mehr und mehr auf sie hingearbeitet, und ihre Nothwendigkeit selbst in solchen Städten anerkannt, die in hüglichem Terrain gelegen bisher in Hinsicht des Quantums und der Qualität des zu Gebot stehenden Wassers verhältnißmäßig günstig gestellt gewesen waren.

Wasserversorgungen und Kanalanlagen haben sich an der Hand der gemachten Erfahrungen zu einem selbstständigen Zweige der Ingenieurwissenschaft erhoben, dessen Kenntniß neue Anlagen mit sichererem Erfolg zu erstellen gestattet. Eine solche Anschauung war wohl der Grund, daß dem Verfasser von Seite der städtischen Behörden der Auftrag zu Theil wurde, Anlagen dieser Art in Frankreich und England näher zu studiren, um darauf gestützt ein Projekt für eine neue Wasserversorgung der Stadt Zürich zu entwerfen.

Im Nachstehenden soll betrachtet werden, welche Anforderungen an eine Wasserversorgung zu stellen sind, wie man solchen

an verschiedenen Orten entsprochen hat und welche Erfahrungen sich daraus im Allgemeinen ziehen lassen.

Während an manchen Orten der Wasserversorgung vor der schwieriger zu entscheidenden Frage der Kanalisation die Aufmerksamkeit zugewendet wird, scheint uns ein umgekehrtes Verfahren durch die Natur der Sache begründet.

Einerseits kann die Einführung eines reichlichen Quantums Wasser in eine Stadt und in die einzelnen Häuser nur dann von wirklichem Vortheil und ohne Nachtheil wegen vermehrter Feuchtigkeit sein, wenn gleichzeitig für gehörige Wasserableitung gesorgt wird, anderseits läßt sich das Quantum des zuzuführenden Wassers nur dann mit einiger Sicherheit zum voraus bestimmen, wenn entschieden ist, inwieweit der Verbrauch des Wassers in den Häusern, namentlich in den Abtritten, durch ungehinderten Abfluß desselben erleichtert oder aber durch kostspielige Abfuhr erschwert werde. So waren im Jahr 1855 von 31,500 Häusern in Paris nur 6229 auf das städtische Wasser abonnirt, wovon sogar nur 140 solches in den obern Stockwerken bezogen, weil von jedem Kubikmeter in die Abtrittgruben gelangender Stoffe 8 Franken Abfuhrkosten bezahlt werden mußten, während in London bei freier Ableitung des Wassers in die Kanäle von 288,037 Häusern im Jahre 1849 270,581 auf Wasser abonnirt waren. Irgendwie maaßgebende Vorschläge für eine neue Versorgung müssen sich daher auf eine bestimmte Kenntniß der Kanalverhältnisse stützen, denn es ist nicht bloß die nothwendige Wassermenge, welche durch letztere bestimmt wird, sondern mit ihr auch die Entscheidung über die Art der Ausführung und die Beschaffung der Mittel, ob als Gemeindeunternehmen oder durch das Mittel einer Privatgesellschaft. Ohne jene Kenntniß wird man ganz im Ungewissen über den Ertrag sein und sich blindlings in eine Unternehmung oder in Unterhandlungen einlassen müssen, ohne sich von dem Erfolge irgend Rechenschaft geben zu können.

In dem Bericht über Anlage der Abzugskanäle wurde darauf hingewiesen, wie wichtig einerseits für die Gesundheit der Verbrauch des Wassers in den Abtritten, namentlich zur Spühlung der Abfallrohre und zur Herstellung eines Luftverschlusses, sei, wie daher nur ein solches System der Kanalisation und der Abfuhr der Abfälle gerechtfertigt sei, bei welchem der Ablauf des Wassers ungehindert und ohne Kosten vor sich gehe, wie anderseits eine zwangs-

weise Einführung des Wassers in alle Abtritte und gänzliche Durchführung des Schwemmsystemes ebenfalls nicht empfohlen werden könne.

Von diesem Standpunkte der gänzlichen Freiheit im Wasserverbrauch, wo für Abfuhr des auf die verschiedenste Weise verbrauchten Wassers keine Kosten entstehen, soll in nachfolgendem Berichte ausgegangen werden, und es werden sich alle Berechnungen auf ihn stützen.

Bei einer Wasserversorgung sind nachstehende Punkte zu untersuchen:

1. Wasserquantum.
2. Qualität des Wassers.
3. Gewinnung desselben.
4. Zuleitung.
5. Vertheilung in die Straßen und Häuser, Art der Abgabe.
6. Kostenfrage, Preis des abgegebenen Wassers, Art der Berechnung.
7. Art der Ausführung und Organisation, ob als städtisches oder Privat-Unternehmen.

An Hand der Erfahrungen an andern Orten sollen diese verschiedenen Punkte einzeln betrachtet werden. Doch würde es zu weit führen und vielfachen Wiederholungen rufen, wenn man bei jedem einzelnen Punkt die ganze Reihe der bemerkenswerthen Städte durchgehen wollte; es scheint vielmehr angemessener, nur an einem Orte die gesammte Einrichtung dieser Städte ausführlicher zu betrachten, im Uebrigen dagegen nur soweit nöthig auf solche zu verweisen.

Am verschiedensten sind die einzelnen Versorgungen hinsichtlich der Gewinnung des Wassers, sie sollen daher auch nach dieser eingetheilt und an der betreffenden Stelle einläßlicher angeführt werden.

1. Quantität des Wassers.

Vor Allem aus ist die für einen gegebenen Ort nothwendige Wassermenge festzustellen, um entscheiden zu können, welche Bezugsquellen zu Gebote stehen und dem Zwecke entsprechen.

Das Wasser gelangt in verschiedener Weise zur Benutzung:

a. Als Hauswasser:
zum Trinken,
Kochen,
Waschen,
Baden,
Spühlen der Abtritte,
Spritzen der Gärten.
b. Als Fabrikwasser; für die Speisung der Dampfkessel, für Färbereien, Gerbereien und ähnliche Gewerbe;
c. zum Spritzen der Straßen;
d. zur Speisung öffentlicher Brunnen und Fontainen;
e. zum Löschen von Feuersbrünsten;
f. zum Ausspühlen der Abzugskanäle.

a. Hauswasser.

Nach ärztlichen Beobachtungen sollen per Kopf der Bevölkerung für den Hausgebrauch eines Menschen bei gewöhnlichen Verhältnissen $1^1/_3$ Maaß Wasser per Tag nothwendig sein; in Festungen rechnet man zum Trinken, Kochen und Waschen 2 bis $4^1/_2$ Maaß per Mann täglich. Von diesem unbedingt nothwendigen Quantum kann natürlich bei der Anlage der Wasserversorgungen nicht ausgegangen werden, sondern es ist das Quantum anzunehmen, das erfahrungsgemäß bei reichlichen Wasserversorgungen gebraucht wird, wobei namentlich die in England gemachten Erfahrungen maaßgebend sein können.

Das Quantum zum Trinken ist ziemlich bestimmt, da es durch die Natur gegeben ist und sich nicht bedeutend steigern läßt. Mit 1 Maaß per Kopf ist demselben reichlich genügt.

Das Quantum zum Kochen ist ebenfalls ziemlich bestimmt, weniger dagegen dasjenige zum Waschen, Baden und Spühlen, bei denen jede Grundlage und Berechnung fehlt, wo daher bloß die Erfahrung entscheiden muß.

In Paris werden bei unbeschränkter Wasserlieferung mit freien Hahnen pro Hausbewohner und pro Tag für den Hausgebrauch 20 Maaß gerechnet, auf ein Pferd 50 Maaß, ein vierrädriges Fuhrwerk zwischen 33 und 133 Maaß, pro Quadratmeter Garten 2 Maaß (pro Juchart 7200 Maaß), und es beträgt der Totalverbrauch per Kopf der ganzen Bevölkerung 23 Maaß täglich.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß, wie früher bemerkt, in den Abtritten des hohen Absuhrpreises wegen so zu sagen kein Wasser verbraucht wird, und daß das obige Quantum in stetigem Steigen begriffen ist.

In England wird weitaus der größte Theil des Wassers als Haus- und Fabrikwasser verwendet, so daß man das für den Hausgebrauch benutzte ziemlich genau erhalten wird, wenn man vom ganzen per Tag und Kopf gelieferten Quantum ein Drittheil oder Viertheil als den Fabriken zufallend abzieht. Gewöhnlich rechnete man 20 Gallonen oder 60 Maaß per Kopf täglich, also 40—45 Maaß für den Hausverbrauch, und Rawlinson bezeichnet noch in seinen neuesten Andeutungen für die Bearbeitung von Wasserversorgungen 20 Gallonen als das Quantum, unter das man für den Gesammtverbrauch nicht gehen sollte. Die Erfahrung lehrt aber, daß, wenn dieses Quantum vor der allgemeinen Einführung der Water-closets genügte, dieß nachher nicht mehr der Fall ist.

Wirklich beträgt in Manchester, wo nur sehr wenige Water-closets bestehen, der tägliche Hausverbrauch pro Kopf 36 bis 45 Maaß, ebenso in Nottingham 36 bis 40 Maaß.

In Glasgow bei allgemeiner Verbreitung der Water-closets ist dagegen der Hausverbrauch auf 110 Maaß gestiegen, in Derby und Coventry werden 75 bis 90 Maaß verbraucht, so daß die Werke ausgedehnt werden müssen. In Croydon reichten 120 Maaß per Kopf nicht mehr aus und mußte der Dienst auf einzelne Stunden beschränkt werden, um dem Wachsen des Verbrauchs zu steuern, ebenso in Hitchin und Rugby. Der früher als Durchschnitt angenommene Betrag von 60 Maaß per Tag und Kopf wurde häufig verdoppelt und verdreifacht, so daß in dem Norddistrikt von London 180 und selbst bis 300 Maaß per Kopf und Tag geliefert werden.

In Chicago soll sich ein Verbrauch von 170 Maaß per Kopf und Tag herausgestellt haben.

In New-York war der großartige Croton Aquaduct auf eine Bevölkerung von 1,500,000 Einwohnern berechnet worden; doch wurde der Wasservorrath durch eine Bevölkerung von 500,000 Seelen erschöpft, und es wurde von den Ortsbehörden ausdrücklich erwähnt, daß neben übermäßigem Spritzen hauptsächlich die ungeheure, in die Abtritte fließende Wassermenge die Schuld daran trage. Der Verbrauch stieg auf 270 Maaß täglich und wäre ohne

Zweifel noch höher gegangen, wenn die Behörden nicht mit dürren Worten bekannt gemacht hätten: „Wir sind genöthigt, der Bevölke„rung von New-York anzuzeigen, daß die Wasserwerke jetzt den „letzten Tropfen Wasser liefern, den sie zu liefern fähig sind." (Manchester Corporation Water-Works Bill. 1858. Institution of Mechanical Engineers Proceedings 1863. Liverpool Water Works.)

Dieser ungeheure Wasserverbrauch ist in einer Stadt eingetreten, von der Thorwirth in seiner Broschüre gegen die Kanalisirung großer Städte rühmt, daß sehr großer Werth auf die Abfälle gelegt werde, wo demnach die Water-closets nicht allgemein eingerichtet sein können.

Sei dem wie ihm wolle, so bilden jedenfalls die zuletzt angegebenen Wassermengen eine Verschwendung, und man würde zu weit gehen, bei einer neuen Anlage auf sie zu rechnen. Dagegen zeigen diese Beispiele, wie man sich hüten muß, kleinere Mittelzahlen unbedingt als richtig anzunehmen. Oft tröstet man sich damit, daß bisherige Bezugsquellen, wie Pumpbrunnen und dergleichen, einen Theil des Bedarfs decken werden, die neue Versorgung daher nur einem Theile zu entsprechen brauche. Anfänglich mag dieses der Fall sein, mit der Zeit aber wird die Hauptquelle die andern verdrängen, eintretender Mangel wird sich an jener fühlbar machen und Klagen rufen, ohne die letztern wieder zu ihrer frühern Bedeutung zu bringen. Die Einrichtung der Wasserversorgungen bringt es mit sich, daß Mangel, der in Folge von Verschwendung an einzelnen Orten eintritt, sich nicht da zeigt, wo Wasser verschwendet wird, sondern ganz unabhängig vom Gebrauch in den höchsten Auslaufstellen, wo bald das unbedingt nöthige Wasser zu mangeln anfängt. Gerade darum, weil sich der Schaden nicht da zeigt, wo gefehlt wird, ist Gleichgültigkeit um so natürlicher und die Gefahr von Verschwendung um so größer.

Wie später gezeigt wird, gibt es Mittel, dieser Verschwendung zu steuern, dieselben sind aber an sich mit Auslagen verbunden und bilden erfahrungsgemäß ein Hemmniß gegen die Verbreitung des Wasserbezuges, so daß ihre Anwendung die volle Ausnutzung neuer Wasserversorgungen hindert.

Wenn es daher falsch wäre, schon anfänglich auf den größten Bedarf zu rechnen, der sich überhaupt gezeigt hat, und selbst ein kleineres Quantum genügen dürfte, als im Laufe der Zeit in den

Städten ohne Water-closets verbraucht wird, muß man doch auf eine Steigerung des Verbrauchs gerüstet sein, solcher ohne gänzliche Aenderung der Werke entsprechen können und dadurch Maaßregeln vermeiden, welche den Wasserverbrauch in lästiger Weise beschränken und reguliren.

Diese Anschauung wird außer den schon angeführten Erfahrungen noch bestätigt durch das in vielen Städten Englands, wo noch auf 60 Maaß Gesammtlieferung per Kopf, also zirka 40 Maaß für den Hausverbrauch, und in Städten des Festlands, wo auf 100 Litre oder 67 Maaß per Kopf gerechnet worden war, zur Geltung kommende Gefühl, daß die Lieferungsfähigkeit der Wasserwerke zu klein sei. Es zeigt sich dieß namentlich in Liverpool, Manchester, Lyon und Brüssel.

So heißt es im Geschäftsbericht der Brüsseler Wasserversorgung vom Jahre 1860:

„Wir sprachen früher von der Verschwendung des Wassers „im Privatverbrauch. Mit der Anzeige davon versprachen wir, ihr „kräftig entgegenzuwirken. Sie ist dadurch weniger bemerkbar ge„worden, aber sie besteht nichts desto weniger noch fort, wie nach„stehende Zahlen zeigen.

„Am ersten September 1860 wurden im Ganzen 11,300,000 „Litre verbraucht, wovon 10,666,400 Litre auf den Privatverbrauch „fallen. Diese theilen sich in 9000 Häuser mit 81,000 Einwoh„nern. Man muß somit annehmen, daß per Kopf an diesem Tage „125 Litre (84 Maaß oder 4.6 Kubikfuß) verbraucht worden seien.

„Ein solcher Verbrauch ist kein gerechtfertigter, er muß von „Vergeudung oder wenigstens von großer Nachlässigkeit auf Seite „der Konsumenten herrühren.

„Wir glauben die Aufmerksamkeit des Stadtrathes wie die„jenige des Publikums auf dieses Faktum richten zu sollen, weil „daraus nicht nur ein Schaden für die Stadtkasse hervorgeht, „sondern weil die Mittel zur Abhülfe der Bequemlichkeit Eintrag „thun müssen, welche eine auf breiter Grundlage errichtete Wasser„versorgung gewährt."

Wenn bei 81,000 Abnehmern schon 11,300 Kubikmeter täglich verbraucht werden, läßt sich ermessen, welche Verlegenheiten der auf 20,000 Kubikmeter angelegten Wasserversorgung entstehen, wenn die Wasserabnahme unter den 250,000 Einwohnern allgemeiner wird.

Es erscheint daher richtig für Städte, in welchen die Anlage von Water-closets nicht erschwert ist, den Bedarf an Hauswasser für Kochen, Waschen, Baden, Spühlen und Gartenspritzen mindestens auf 40—45 Maaß per Kopf oder $2^1/_2$ Kubikfuß anzusetzen und einer Steigerung dieses Bedarfes bis auf 80—90 Maaß oder 5 Kubikfuß per Kopf und Tag Rechnung zu tragen. In dem Nachstehenden soll daher als Bedarf an Hauswasser angenommen werden:

Trinkwasser 1 Maaß per Kopf täglich,
Brauchwasser 45—90 " " " "

b. Fabrikwasser.

Der Verbrauch an Fabrikwasser hängt sehr von der Natur der Stadt und deren Gewerben ab, so daß es schwer ist, hier eine allgemein gültige Zahl aufzustellen.

Im Jahr 1854 wurden in Paris zirka 4 Maaß per Kopf zu industriellen Zwecken verbraucht, und es nimmt der Präfekt eine Steigerung dieses Verbrauchs bis auf $6^1/_2$ Maaß in Aussicht.

In Manchester wird dieser Bedarf auf 20 bis 30 Maaß, in Glasgow auf 12 Maaß per Kopf und Tag angeschlagen.

Bei der großen industriellen Thätigkeit in diesen Städten möchte der gleiche Betrag überall anderswo ausreichen, somit ein Ansatz von 20—25 Maaß oder $1^1/_2$ Kubikfuß vollständig genügen.

c. Straßenspritzen.

Sind die beiden vorhergehenden Posten sehr ungewiß und außer aller Kontrolle, so lassen sich der vorliegende und die folgenden, da sie zu öffentlichen Zwecken bestimmt sind, genau reguliren, allerdings mit Ausnahme des Verbrauches bei Brandfällen. In diesen Richtungen wird man zuerst sparen können, wenn die Versorgung der Erschöpfung nahe kömmt, und es wird besser sein, einzelne Straßen weniger häufig zu spritzen und Fontainen kürzere Zeit springen zu lassen, als die höhern Stadttheile der Gefahr auszusetzen, gar kein Wasser zu erhalten.

Diese Verbrauchszweige machen sich in England nur in geringem Grade geltend. Das im Allgemeinen feuchtere Klima macht sowohl eine Abkühlung der Luft durch öffentliche Brunnen als ein Begießen der Straßen viel weniger nothwendig. Es sind somit

die Erfahrungen auf dem Kontinent, an die man sich hierin zu halten hat.

Die Dicke der Wasserschicht, welche bei einem gehörigen Begießen der Straßen nothwendig ist, wird in Paris zu 2.5 Millimeter oder 0.83 Linie angenommen. In Wien ergaben Versuche auf dem Hofplatz, daß zu einer einmaligen, gehörigen Bespritzung eine Wasserhöhe von 0.002 Fuß erforderlich sei, also bei viermaliger Bespritzung täglich 0.8 Linien, nahezu gleich viel wie für Paris angenommen wird.

Ist die Fläche der Straßen bekannt, so ist es leicht, hieraus die nöthige Wassermenge zu berechnen. Es kann jedoch auch eine Durchschnittszahl per Kopf der Einwohner und Tag berechnet werden, da in schwach bevölkerten Städten, wo eine große Straßenfläche auf den Einwohner trifft, der Verkehr gering und ein Begießen seltener wird, in enge bewohnten Städten mit kleiner Straßenfläche dagegen ein viel häufigeres Begießen nothwendig ist.

Darcy berechnet in seinem Werke über die öffentlichen Brunnen von Dijon für eine große Zahl von Städten die auf einen Bewohner treffende Straßenlänge, für Festungen und dicht bevölkerte Hauptstädte auf zirka 0.5 Meter, für gewöhnliche Städte auf 1 Meter, für kleine oder im Verfall begriffene Städte zu 2 Meter. Für gewöhnliche Verhältnisse kann daher 1 Meter oder $3^1/_3$ Fuß als die auf einen Einwohner treffende, zu spritzende Straßenlänge angenommen werden. In Paris beträgt die mittlere Straßenbreite 9 Meter oder 30 Fuß, es wird dieß auch in neu aufblühenden Städten der Fall sein, so daß man pro Einwohner für die zu begießende Straßen- und Promenadenfläche 1 Quadratruthe oder als nöthige Wassermenge zu diesem Zwecke $^8/_{10}$ Kubikfuß, zirka 15 Maaß, per Kopf und Tag erhält.

Die Stadt Wien enthält an Straßen und Anlagen 1,510,000 Quadratklafter oder 60,000 Quadratruthen, was bei einer Bevölkerung von 500,000 Einwohnern 1.2 Quadratruthen pro Einwohner ausmacht, und unter Annahme der obigen Wasserhöhe pro Kopf 1 Kubikfuß oder 18 Maaß täglich.

Der Sicherheit wegen soll dieses Maaß angenommen werden, dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß dieses Quantum nur während eines Theils des Jahres, nämlich nur während der trockenen Sommermonate nothwendig ist.

d. Speisung öffentlicher Brunnen und Fontainen.

Wie sich aus England die Anbringung von Gartenanlagen auf den Plätzen der Städte immer mehr auch auf dem Kontinent verbreitet, so wird sich von Paris, Lyon und Marseille aus die Anlage reichlicher Springbrunnen auf diesen Plätzen, welche solche beleben und erfrischen, weiter verbreiten. In England gedeihen jene Anlagen ohne außerordentliche Sorgfalt; die trockene Luft der Städte des Festlandes macht dagegen eine Erfrischung und Abkühlung zur Nothwendigkeit, und es sind solche Springbrunnen nicht etwa bloße Luxusartikel, sondern ein wirkliches Bedürfniß. Auch wird Niemand bestreiten, daß sie ungemein viel zur Verschönerung der Städte beitragen. Eine Zusammenstellung der Springbrunnen in einer Anzahl von Städten (Beilage I) ergibt als Bedarf einer großen, mittleren und kleinen Fontaine nachstehende Wassermenge per Stunde:

Große Fontainen	6—7000	Kubikfuß,
Mittlere Fontainen	3000	"
Kleine Fontainen	1000—1800	"

Legt man eine mittlere Stadt von 40,000 Einwohnern zu Grunde, so ist wohl eine Annahme von einer mittleren und vier kleinen Fontainen nicht zu hoch gegriffen, und es ergibt dieß per Stunde ein Wasserquantum von 9000 Kubikfuß. Im Sommer sollten solche Brunnen wenigstens von Morgens 10 Uhr bis Abends 8 Uhr, also jedenfalls 10 Stunden per Tag spielen, was eine Wassermenge von 90,000 Kubikfuß oder 40 Maaß gleich $2^1/_4$ Kubikfuß per Kopf täglich ausmacht, so daß nothwendig auf ein solches Quantum Rücksicht genommen werden muß, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß die Springbrunnen der Wasserversorgung das Wasser auf Kosten des Hausgebrauches entziehen, wie dieß allerdings auch schon in Städten vorgekommen ist.

Im Winter wird dieser Wasserbezug ganz aufhören und für jene Zeit auf ihn auch keine Rücksicht zu nehmen sein.

Es wird sich fragen, ob neben diesen Springbrunnen nicht noch gewöhnliche, laufende Brunnen in den Straßen angebracht sein sollten, welche den Armen, deren Wohnungen nicht mit Wasser versehen sind, gestatten, dort Wasser zu holen. An den Orten, welche wir für die Bestimmung des Hausverbrauches zu Grunde gelegt haben, fehlen diese Brunnen ganz; werden sie erstellt, so

wird sich ihre Lieferung aus dem für den Hausverbrauch berechneten Bedarf entnehmen lassen, ist daher hier nicht weiter zu berücksichtigen. Ueber die Zweckmäßigkeit ihrer Erstellung einzutreten, wird später Gelegenheit sein.

In Paris und den französischen Städten wird noch eine gegewisse Wassermenge zum Ausspühlen der Straßenschaalen oder Rinnsteine berechnet, da in letztere das Haus- und Küchenwasser, wohl auch die desinfizirten Flüssigkeiten aus den Abtrittgruben gelangen, dieselben überhaupt zur Fortschwemmung von viel Unrath benutzt werden. Unter solchen Verhältnissen ist eine Spühlung der Rinnen unbedingt nothwendig.

Bei vollkommenen Anlagen soll jedoch aus den Häusern gar nichts in die Straßenrinnen gelangen und solche nur dem Zweck der Abführung des Straßenwassers dienen. Dann ist die Bespritzung der Straßen überhaupt auch für sie genügend und ein besonderes Ausschwemmen überflüssig. Es wird daher hiefür nichts berechnet.

e. Feuerlöschen.

Eine große Wohlthat der neueren Wasserversorgungen ist die durch sie gebotene Leichtigkeit des Wasserbezuges bei Feuersbrünsten. Es wird dadurch die Lieferung von Wasser aus den oft weit entfernten Wasserreservoirs und Wasserläufen unnöthig.

Nehmen wir an, daß bei einem Brande 10 gewöhnliche Feuerspritzen ein genügendes Wasserquantum liefern, so entspricht dieß einem Bedarf von zirka 75 Kubikfuß pro Minute oder 4500 Kubikfuß pro Stunde, gleich der Hälfte dessen, was wir zur Speisung der Springbrunnen einer Stadt mit 40,000 Einwohnern nöthig fanden.

Im Falle eines Brandes ist es gerechtfertigt, die Fontainen abzustellen, somit ist für dieses Bedürfniß durch das für letztere vorgesehene Wasser hinlänglich gesorgt.

Dagegen kommt in Betracht, daß die Fontainen nur im Sommer zu spielen brauchen und nicht unter allen Umständen das für sie bestimmte Wasser auch im Winter zu Gebot steht. Die Einrichtung der Fontainen, welche nur wenige Stunden spielen, erfordert jedoch an sich die Herstellung von Reservoirs, die im Stande sind, während der Pausen den Bedarf für die Zeit der Lieferung aufzunehmen; diese Reservoirs werden auch im Winter gefüllt sein

und, wenn auch in längeren Zwischenräumen, nach allfälliger Leerung wieder gefüllt werden, ihr Inhalt wird daher während einer gewöhnlichen Feuersbrunst hinlänglich Wasser liefern.

Bei außerordentlich großen Bränden wird auf das Wasser der Hausversorgung, namentlich auf das für sie in Reservoirs aufgesparte gegriffen werden müssen. Ein daraus allfällig entstehender Mangel an Wasser für den Hausbedarf kehrt so selten wieder, daß er von geringem Nachtheil ist.

Für den Zweck des Feuerlöschens ist daher keine besondere Wasserlieferung nothwendig.

f. Ausspühlen der Abzugskanäle.

Ist ein Kanalnetz gehörig angelegt, so soll dasselbe durch das Hauswasser, das ihm in reichlichem Maaße zufließen wird, vollständig rein gehalten werden, eben deshalb ist aber ein reichlicher Wasserverbrauch in den Häusern nicht nur keine Verschwendung, sondern ganz gerechtfertigt.

Bei dem Ansatze, welcher für ihn gemacht wurde, ist ein besonderes Quantum Wasser zum Spühlen der Kanäle unnöthig; tritt jener vorgesehene Verbrauch ein, so soll keine besondere Spühlung nothwendig sein, tritt er nicht ein, so ist das betreffende Quantum ohnehin disponibel.

Wo die Kanalanlage dennoch eine zeitweilige Spühlung erfordert, wird das für die Fontainen bestimmte Wasser dienen können.

Damit wären alle besonderen Zwecke betrachtet, deren Zusammenstellung nun den Gesammtverbrauch ergibt:

Total-Wasserbedarf in Maaß per Kopf und Tag.

	Quantum vor Einführung zahlreicher Water-closets.		Quantum nach Einführung zahlreicher Water-closets.	
	Sommer.	Winter.	Sommer.	Winter.
Hauswasser Trinkwasser	1	1	1	1
Brauchwasser	45	45	90	90
Fabrikwasser	25	25	25	25
Straßenspritzen	18	—	18	—
Fontainen	40	—	40	—
Feuerlöschen	—	20	—	20
Spühlen der Kanäle	—	—	—	—
Maaß per Kopf und Tag	129	91	174	136
Kubikfuß per Kopf und Tag	7	5	$9^2/_3$	$7^1/_2$

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß bei mäßigem Wasserverbrauch in den Häusern zwischen 5 bis 7 Kubikfuß per Kopf und Tag, bei sorgloser Behandlung dagegen $7\frac{1}{2}$ bis 10 Kubikfuß verbraucht werden, daß man daher die Einrichtungen so treffen muß, daß sie sich auch dem letztern Bedarf anpassen lassen. Immerhin sind die vorgesehenen 10 Kubikfuß für den größten Bedarf erst $\frac{2}{3}$ desjenigen, der sich in New-York wirklich gezeigt hat. Eine Thatsache geht aus der obigen Zusammenstellung klar hervor, daß nämlich zum wirklichen Trinken weniger als 1% der gesammten Wassermenge verbraucht wird.

Wenn in Obigem der Wasserbedarf per Kopf und Tag festgestellt worden ist, darf bei Projekten für neue Wasserversorgungen das Wachsen der Städte nicht übersehen werden. Hierüber läßt sich gar nichts Allgemeines sagen und man wird sich in jedem Falle durch den Grad der Bevölkerung der dichteren Stadttheile und die Ausdehnung des zum Bauen geeigneten Landes, verbunden mit der Zunahme der Bevölkerung in der letzten Zeit einen etwelchen Anhaltspunkt verschaffen müssen. Die Bevölkerung von Paris und London wächst per Jahr um 2 bis 3 %. Andere Städte werden allerdings langsamer wachsen, aber doch ist es aus dieser Rücksicht wichtig, die Versorgung so einzurichten, daß sie ohne allzu große Auslagen bei der Erstellung sich jederzeit einem steigenden Bedürfniß anpassen läßt.

2. Qualität des Wassers.

Von den Eigenschaften des Wassers kommen in Betracht

a. die Temperatur,

b. der Geschmack,

c. die Reinheit

1) in mechanischer Beziehung als Klarheit oder Trübung,
2) in chemischer Beziehung als Gehalt an chemisch aufgelösten Stoffen.

Vom Trinkwasser wird verlangt, daß dasselbe eine gleichmäßige Temperatur von 9—12 Centigrad habe, vollkommen geschmacklos, klar und rein sei; zum Kochen ist die Temperatur gleichgültig, zu andern Zwecken selbst die Klarheit und Reinheit, so daß je nach der Bestimmung verschiedene Anforderungen gestellt werden und

eine genaue Untersuchung der verschiedenen Eigenschaften mit Rücksicht auf die verschiedenen Bestimmungen nothwendig ist.

a. Temperatur.

Für das Trinkwasser ist die Temperatur nicht etwa bloß eine Frage der Annehmlichkeit, sondern eine solche der Gesundheit, wie Dupasquier in seiner Schrift: Des eaux de source et des eaux de rivière klar nachweist. Da dieß durchaus nicht überall anerkannt wird, mögen hier einige Stellen aus dieser Schrift ihren Platz finden.

„Der Genuß eines kühlen Trinkwassers im Sommer schmeckt „im Gaumen und Magen, löscht den Durst, verschafft augenblicklich „ein Gefühl von Wohlbehagen und Erfrischung, theils durch seine „Wirkung auf den Magen und durch diesen auf den ganzen Orga„nismus, theils in Folge seiner Kühle durch Mäßigung der allzu „raschen Ausdünstung der Haut.

„Im Gegensatz davon ist nichts unangenehmer und schädlicher „als der Gebrauch eines Wassers, das sich zur heißen Jahrszeit zu „sehr der Temperatur der äußern Luft nähert und beim Trinken „sowohl als beim Eintauchen der Hände lau erscheint. Ein solches „Wasser, so gut es im übrigen seines Gehaltes wegen sein mag, ist „fad und eckelerregend, schmeckt weder dem Gaumen noch den Ver„dauungsorganen; es löscht, selbst wenn man es in großem Quan„tum trinkt, den Durst nicht, sondern verursacht Eckel und reizt zum „Erbrechen. In Folge seiner Unverdaulichkeit verschafft es nicht wie „das kühle Wasser das angenehme Gefühl allgemeiner Erfrischung, „wodurch die Kräfte neu belebt werden und der Körper zu neuer „Thätigkeit befähigt wird. Bei fortwährendem Gebrauch erschlafft es „den Magen und damit den ganzen Organismus.

„Aus dieser schwächenden Wirkung des lauen Wasser folgt, daß „sein beständiger Genuß zu schlimmen Krankheiten Anlaß gibt. Da „es nicht erfrischend wirkt, wird dieser schädliche Einfluß noch durch „das große Quantum vermehrt, das bei der vergeblichen Bemühung, „doch damit den Durst zu löschen, genossen wird, und einem schwä„chenden Schweiße ruft

„Ist die Luft sehr warm, so daß die Haut lebhaft transpirirt, „so wird auch der Magen durch diese zu starke Wirkung der Haut „angegriffen, geschwächt und verliert seine gewöhnliche Energie.

„Deßhalb macht man in heißen Ländern ohne Schaden Gebrauch „von scharfen Stoffen, welche das durch den Einfluß der Hitze ver„minderte Verdauungsvermögen anregen. In unserm Klima da„gegen, wo so starke Reizmittel, wie sie in Indien genossen werden, „gefährlich wären, ersetzt man sie durch frische, kalte Getränke, welche „geeignet sind, die Verdauungsorgane und damit die Kraft des gan„zen Organismus in gutem Stande zu erhalten."

Ein kühles Wasser im Sommer kann daher als ein Haupterforderniß für die allgemeine Gesundheit der Bevölkerung in unserm gemäßigten Klima angesehen werden.

Die wohlhabenden Klassen können auch bei warmem Wasser diesem Bedürfniß durch Eis, das sie solchem zusetzen, abhelfen, die weit größere Zahl der Unbemittelten dagegen kann solches nicht, und für sie ist unbedingt nothwendig, daß bei einer Wasserversorgung das zum Trinken bestimmte Wasserquantum jederzeit frisch und kühl erhalten werden könne.

Wird nur warmes Wasser geliefert, so ist der Drang nach Erfrischung so stark, daß man oft zu Bezugsquellen, namentlich Pumpbrunnen seine Zuflucht nimmt, welche unter dem angenehmen kühlen Aeußern jene schädlichen Wirkungen verbergen, die gerade den Anstoß zur Einführung von Wasserversorgungen geben.

Es wird später gezeigt werden, daß eine Hauptanforderung an Wasserversorgungen die sein muß, das Wasser in einem vielfach verzweigten Röhrennetz in die Häuser und deren verschiedene Stockwerke zu liefern und dort zu jeder Zeit bei eintretendem Bedürfniß in bedeutendem Quantum abgeben zu können. Diese Bedingungen verursachen einerseits zwischen den Augenblicken, wo wirklich Wasser ausfließt, ein mehr oder weniger lang dauerndes Stagniren des Wassers in den Röhrenverzweigungen, welche dem Einfluß der Temperatur nicht ganz entzogen werden können und damit eine Erwärmung des Wasser, anderseits durch die Schwankungen in der Geschwindigkeit des Wassers in den Röhren ein Aufrühren der sich absetzenden Unreinigkeiten. Ein ganz frisches Wasser wird daher in den Häusern nur dann erhalten werden, wenn man vorerst den ganzen Gehalt der Zweigleitungen unbenützt ablaufen läßt und erst Wasser faßt, das aus der tiefliegenden Hauptleitung kommt. Aber auch abgesehen von dem

dadurch bewirkten großen Verlust wird selbst dieses Wasser längere Zeit stagniren und dabei in seinen Eigenschaften verlieren. Noch ungünstiger gestalten sich diese Verhältnisse, wenn die Vertheilung in die Häuser mittelst Hausreservoiren geschieht, welche auf dem Dachboden aufgestellt zuerst das Wasser aufnehmen und von hier aus in die verschiedenen Stockwerke vertheilen.

Es ist daher von dem aus den Hausleitungen entnommenen Wasser nicht zu erwarten, daß es die für Trinkwasser nothwendige und wünschbare Kühle gewähre, und kann letztere bloß durch ein System beständig fließender Leitungen und Brunnen erhalten werden. Man müßte denn die Leitung im Ganzen für ein beständiges Fließen einrichten und mit Rücksicht auf 1 % des ganzen Bedarfes wesentliche Vortheile bei den übrigen 99 % aufgeben.

Als Bestätigung hievon mögen die Beobachtungen in Lyon dienen, welche ergeben, daß die Temperatur des Wassers in seinem Laufe zwischen den Filtrirreservoiren und Straßenbrunnen um zirka 3 ° (Cent.), bis in ein oberes Stockwerk um 5 ° erhöht wurde (Aristide Dumont. Les eaux de Lyon et de Paris), sowie eine Beobachtung in Basel, wo bei nicht sehr großer Hitze das aus einem Hahn im ersten Stockwerk des Gasthofs zum Kopf entnommene Wasser $4^1/_2$ ° wärmer war als dasjenige im Vertheilungsreservoir.

Vom Trinkwasser wird auch noch verlangt, daß es im Winter nicht zu kalt sei, indem es durch mäßige Temperatur dem Einfluß der äußern Kälte entgegenwirkt. Diese Bedingung ist jedoch keineswegs wichtig, denn bei dem kleinen Quantum des Trinkwassers ist es sehr leicht, dasselbe auf die richtige Temperatur zu bringen.

Für die übrigen Zwecke ist die Temperatur gleichgültig, wenn deren Schwankungen nicht gar zu groß sind, wo sie ein Gefrieren der Leitungen veranlassen könnten. Doch bewirken die Reservoire und Leitungen selbst eine etwelche Ausgleichung.

Hinsichtlich der Temperatur kann daher als Grundsatz aufgestellt werden:

Bei einem Wasserverbrauch von 90 bis 170 Maaß per Kopf und Tag ist die Temperatur des ganzen Quantums mit Ausnahme einer einzi-

gen **zum Trinken bestimmten Maaß vollkommen gleichgültig.**

Das zum Trinken bestimmte kleine Quantum muß nothwendig im Somner kühl sein und macht durch dieses Bedürfniß Einrichtungen in der Vertheilung nothwendig, die von denjenigen für das Hauptquantum abweichen.

b. Geschmack.

Ein reines Wasser wird nie einen Beigeschmack haben. Ist letzteres der Fall, so liegt darin der Beweis einer Beimischung fremdartiger Substanzen in größerer Menge, namentlich von in Fäulniß begriffenen organischen Substanzen, welche für die Gesundheit schädlich sind. Zum Trinken ist daher ein solches Wasser von vorneherein ungeeignet. Beim Kochen werden zwar schädliche Beimischungen durch das Sieden zerstört, für das Waschen wäre der Geschmack gleichgültig und noch mehr für das zu öffentlichen Zwecken bestimmte Wasser, so daß man auch hier, wie bei der Temperatur, zu dem Schlusse gelangen könnte, es sei eine vollkommene Freiheit von einem Beigeschmack nur für das geringe Quantum des Trinkwassers nöthig, bei der Hauptmasse dagegen gleichgültig. Hier kommt jedoch eine andere Rücksicht zur Geltung, welche auch bei den andern Eigenschaften festzuhalten ist, nämlich das Verhältniß des Trinkwassers zu dem übrigen Hauswasser.

Bei Besprechung der Temperatur wurde gezeigt, daß die Anforderungen an das Trinkwasser von denjenigen an das übrige Hauswasser abweichen und sogar eine verschiedene Behandlungsweise erfordern. Wird diese Trennung eingeführt, so frägt sich, ob man bei dem gewöhnlichen Hauswasser überhaupt von der Möglichkeit, als Trinkwasser zu dienen, absehen wolle. Bei einer solchen Trennung steht zum Trinken allerdings das Trinkwasser zur Verfügung, dessenungeachtet wird aber oft aus Versehen, aus Gleichgültigkeit oder Bequemlichkeit auch von dem gewöhnlichen Brauchwasser getrunken werden, das, wenn es schädliche Bestandtheile enthielte, nachtheilig auf die Gesundheit einwirken könnte. Man gelangt daher zu nachstehendem Schlusse:

Wenn bei dem Hauswasser zwischen Trinkwasser und gewöhnlichem Brauchwasser unter-

schieden wird, so muß das letztere auch insoweit den Anforderungen an ein gutes Trinkwasser entsprechen, als es die Freiheit von Eigenschaften und Beimischungen betrifft, welche bei vorübergehendem Gebrauch zum Trinken schädlich wirken könnten. Solche Mängel dagegen, welche erst bei lange fortgesetztem Gebrauch großer Quantitäten zur Wirkung kommen, oder bloß in geringerer Annehmlichkeit liegen, kommen hiebei nicht in Betracht.

Waren diesem Grundsatz entsprechend hinsichtlich der Temperatur nur an das eigentliche Trinkwasser strengere Anforderungen zu stellen, so muß dagegen sowohl Trink- als Brauchwasser frei von allem, schädliche Beimischungen verrathenden Geschmack sein.

Ebenso werden solche Beimischungen bei Fabrikwasser unter Umständen schädlich wirken, bei Wasser zu öffentlichen Zwecken dagegen sind sie gleichgültig.

Durch Aufstellung dieser Bedingung kommt das Hauswasser gegenüber demjenigen für öffentliche Zwecke in eine abweichende Stellung. Es kann sich daher fragen, ob, wie dieß an verschiedenen Orten geschieht, nicht auch eine Trennung zwischen Hauswasser und öffentlichem Wasser einzuführen sei. Wollte man bei einer solchen Trennung nicht drei verschiedene Wasserqualitäten erhalten, Trinkwasser, Brauchwasser und Wasser zu öffentlichen Zwecken, was zu einer ungemeinen Verwicklung der Anlage führen würde und daher wohl nirgends ausführbar ist, so müßte man das Trinkwasser und Hauswasser gemeinsam behandeln und dem Wasser zu öffentlichen Zwecken gegenüberstellen. Bei der Vertheilung jener beiden ersten Theile kommen aber nach dem Obigen verschiedene Rücksichten zur Geltung und es ist eine Vereinigung nur auf Kosten des einen oder andern Theiles möglich. Bei der Vertheilung des Brauchwassers in den Häusern und des Wassers zu öffentlichen Zwecken dagegen gelten ganz die gleichen Grundsätze und es eignen sich diese beiden Qualitäten sehr gut für eine gemeinschaftliche Behandlung. Obgleich daher in Nachstehendem die Eigenschaften des Wassers mit Rücksicht auf jeden einzelnen Zweck getrennt betrachtet werden sollen, wird doch

angenommen, daß nur das Trinkwasser und Brauchwasser getrennt gehalten werde, letzteres aber ebensowohl dasjenige zu häuslichen wie zu öffentlichen Zwecken umfasse.

c. Reinheit.

1. In mechanischer Beziehung.

Die Reinheit des Wassers von mechanisch aufgelösten Stoffen zeigt sich als vollkommene Klarheit und Farblosigkeit selbst bei größerer Dicke der Wasserschicht. Die beigemischten Stoffe sind entweder erdige oder organische Bestandtheile.

Die erdigen Bestandtheile machen ein Wasser zum Trinken schwer und unverdaulich und belästigen die Verdauungsorgane noch überdieß durch den Ekel, welchen sie beim Trinken erregen. Beim Kochen wird eine solche Trübung zwar keinen direkten Nachtheil bringen, doch widersteht es dem Gefühl, trübes Wasser hierzu zu gebrauchen. Für industrielle Zwecke wird oft ein trübes Wasser ohne Schaden verwendet, ist dagegen zur Speisung der Dampfkessel, was jedenfalls eine der häufigsten Benutzungen ist, ungeeignet. Fontainen mit trübem Wasser, wie man solche in Marseille sieht, sind weit davon entfernt, den anziehenden und erfrischenden Eindruck zu machen wie solche mit klarem Wasser.

Eine Trübung des Wassers durch mechanisch aufgelöste erdige Stoffe ist somit in allen Hinsichten schädlich und unschön.

Die beigemischten organischen Bestandtheile sind, wenn sie nicht schon an sich von faulenden Stoffen herrühren, namentlich dadurch schädlich, daß sie bei längerem Stehen in Fäulniß übergehen und dann schädlich wirken. Ein solcher Gehalt macht daher das Wasser unter allen Umständen zum Trinken untauglich, sowie, wenn er einen gewissen Grad erreicht, auch für die übrigen Zwecken.

Das Wasser für eine Wasserversorgung soll demnach vollkommen klar und frei von mechanisch aufgelösten erdigen oder organischen Bestandtheilen sein.

Ist diese Eigenschaft nicht von vornherein vorhanden, so kann sie durch Filtration herbeigeführt werden, indem diese mechanischen Beimischungen bei einer solchen zurückgehalten werden und ein klares Wasser abfließt.

In einzelnen Fällen, namentlich wo das Wasser aus Moorboden kommt, gelingt die Klärung durch Filtration nicht vollständig und es behält das Wasser in großen Massen noch eine braune Färbung, während es in kleineren Quantitäten völlig klar erscheint. Es ist dieses namentlich bei dem Wasser der Liverpooler Versorgung auffallend.

2. Reinheit in chemischer Hinsicht.

Bei vollkommener Klarheit und Farblosigkeit kann das Wasser reich an chemisch aufgelösten mineralischen und organischen, gasförmigen und festen Bestandtheilen sein.

Gasgehalt.

Ein Gehalt an aufgelösten Gasen ist für ein Trinkwasser im höchsten Grade wünschbar und nothwendig, und man verlangt daher mit Recht, daß ein Wasser luftig sei, das heißt ein gewisses Quantum atmosphärischer Luft aufgelöst enthalte. Dabei kommt ausschließlich der Sauerstoff in Betracht, der auf die Verdauung anregend wirkt. Destilirtes oder gekochtes Wasser, bei dem der Sauerstoffgehalt ausgetrieben wurde, ist unverdaulich. Ein Schütteln an der Luft genügt, um ihm diesen Gehalt wieder zu geben und es genießbar zu machen.

Bei der Zuleitung von Wasser, das an sich wenig Luft enthält, wird diesem Uebelstand dadurch gesteuert, daß man es in offenen Kanälen und nicht in geschlossenen Leitungen ableitet, wobei es an seiner Oberfläche beständig mit der Luft in Berührung kommt und solche auflöst, oder man legt kleine Ueberfälle an, bei denen eine solche Auflösung durch die größere Berührung zwischen Luft und Wasser noch vermehrt wird. Bei Pumpwerken ist schon die Einrichtung angebracht worden, daß ein gewisses Quantum Luft fortwährend mit dem Wasser in die Windkessel gepreßt und dabei mit Hülfe des großen Druckes noch um so eher absorbirt wird.

Noch wirksamer als der Sauerstoff ist die Kohlensäure, daher denn auch so viel künstliches, kohlensäurehaltiges Wasser getrunken wird. Das in gewöhnlichem Trinkwasser aufgelöste Quantum freier Kohlensäure ist nur sehr gering, dagegen findet sich durch Einwirkung des kohlensauren Kalks ein beträchtliches Quantum in doppelt kohlensaurem Kalk gebunden. Es wird hiervon später die Rede sein.

Das Trinkwasser ist um so besser, je mehr Sauerstoff und Kohlensäure es aufgelöst enthält. Ein Wasser, das kein Gas enthält, ist unschmackhaft und unverdaulich.

Für die übrigen Zwecke ist der Gasgehalt vollkommen gleichgültig, da derselbe durch eine Erhitzung des Wassers verschwindet.

Gehalt an aufgelösten festen Stoffen.

Die im Wasser aufgelösten festen Stoffe bestehen hauptsächlich in erdigen Salzen in Verbindungen von Kalk und Talkerde mit Kohlensäure oder Schwefelsäure, und in Chlorverbindungen, letztere jedoch immer in geringerer Menge. Wir wollen daher hier nur die ersteren, nämlich die kohlensaure und schwefelsaure Kalk- und Talkerde betrachten, alle übrigen Stoffe dagegen als weniger wichtig unberücksichtigt lassen. Außer der geringen Menge der letztern ist ihre Wirkung noch so unbestimmt, daß ein näheres Eintreten hierauf zu keinem Ziele führen würde. Es gilt dieß namentlich auch von einem äußerst geringern Gehalt an Jod, dessen Mangel von verschiedener Seite die Anlage zu dicken Hälsen zugeschrieben wird, welche man an vielen Orten beobachtet.

Härtegrad.

Der Gehalt an den angeführten erdigen Salzen bildet die Eigenschaft des Wassers, welche man unter dem Namen der Härte und Weichheit begreift.

Ein hartes Wasser gibt mit Seife keinen Schaum oder erst nachdem ein beträchtlicher Theil in unwirksame und unlösliche Kalkseife übergeführt ist, und oft unlösliche Flocken bildet, Gemüse, namentlich Hülsenfrüchte, werden durch Kochen in solchem Wasser nicht recht weich, es läßt sich kein guter Thee bereiten, in Kesseln wird viel Wasserstein abgesetzt. Hart wird ein Wasser durch einen großen Gehalt an erdigen Salzen, namentlich schwefelsaurem Kalk.

Ein weiches Wasser gibt mit Seife einen schönen Schaum, eignet sich daher zum Waschen, kocht das Gemüse schön weich, gibt guten Thee, veranlaßt wenig Kesselstein. Ein weiches Wasser ist ziemlich rein von erdigen Salzen, namentlich von schwefelsaurem Kalk.

Bestimmung des Härtegrades. Hydrotimetrie.

Gestützt auf die Wirkungen des Wassers gegenüber der Seife ist ein bestimmter Maaßstab für den Härtegrad aufgestellt worden. Gießt man in eine beliebige Menge völlig reinen Wassers ein geringes Quantum einer Auflösung von Seife in Alkohol, so bildet sich beim Schütteln auf der Oberfläche ein leichter, beständiger Schaum. Wendet man dagegen statt des chemisch reinen, destillirten Wassers ein mehr oder weniger Kalk oder Talkerde haltendes Wasser an, so zersetzt sich anfänglich die Seife und bildet einen unlöslichen Niederschlag. Die Seife besteht nämlich aus einer fettigen Säure und Natron. Bei der Auflösung in unreinem Wasser verbindet sich der Kalk und die Bittererde mit der fettigen Säure zu dem erwähnten unlöslichen Niederschlag, die frei werdende Säure dagegen mit dem Natron der Seife zu kohlensaurem oder schwefelsaurem Natron. So zeigt sich der Schaum erst, wenn der Gehalt des Wassers durch ein verhältnißmäßiges Quantum der Seife neutralisirt worden ist und ein leichter Ueberschuß an der letztern zugefügt wird, der nun, da er weder freien Kalk noch Talkerde mehr antrifft, ganz so wie bei reinem Wasser wirkt. Das für ein gewisses Maaß Wasser nöthige Quantum Seife, bei dem die Bildung eines beständigen Schaumes beginnt, gibt daher die Menge der in dem betreffenden Wasser enthaltenen Kalk- und Talkerdesalze an. Da Kalk und Talkerde mit verschiedenen Säuren verbunden den Hauptgehalt des Wassers bilden, sind sie es, welche dessen Qualität bestimmen, und es ist daher diese Probe ein wichtiges Mittel zur Bestimmung des Werthes des Wassers.

Die Bildung des Schaumes in reinem Wasser tritt schon bei einem Quantum der Seife von $1/_{10000}$ des Wassers ein und es läßt sich der Augenblick, wo dieß geschieht, sehr scharf bestimmen, damit auch derjenige, wo ein kalk- und talkerdehaltiges Wasser aufhört, die Seife zu neutralisiren; eine Seifenlösung ist daher ein sehr empfindliches Reaktionsmittel. Mit Verwendung eines kalibrirten Gefäßes für das Wasser und einer eingetheilten Röhre für die Seifenlösung ist die Untersuchung leicht, wenig zeitraubend, erfordert keine chemischen Kenntnisse und wird dadurch für den Nichtchemiker beim Aufsuchen von Wasser und bei der Vergleichung verschiedener Wasserqualitäten sehr werthvoll.

Diese Methode wurde zuerst von dem Engländer Dr. Clarke eingeführt, nachher von den Franzosen Boutron und Boudet

ausgebildet und mit dem Namen Hydrotimetrie bezeichnet. (Hydrotimétrie, Nouvelle méthode pour déterminer les proportions des matières en dissolution dans les eaux par MM. Boutron et T. Boudet.) Die nach Angabe der letztern eingerichteten Instrumente, Hydrotimeter genannt, setzen voraus, daß man mit 40 Kubikcentimeter Wasser arbeite. Die Röhre für die Seifenlösung ist in Grade eingetheilt, von denen einer 0.104 Kubikcentimeter Gehalt hat. Durch allmäliges Nachgießen der Lösung in das Wasser bis zum Augenblicke der Schaumbildung wird der Härtegrad abgelesen. Die Stärke der Seifenlösung wird nach einer Normallösung so bestimmt, daß ein Grad einem Gewicht neutralisirter Seife von 1 Decigramm pro Liter Wasser (genauer 0.106 Gramm) oder angenähert dem $^1/_{10000}$ Theil des Wassergewichtes entspricht. Je nach den verschiedenen Atomgewichten der erdigen Salze entsprechen einem solchen Grade verschiedene Gewichte der Salze (0.0103 Gramm kohlensaurer Kalk, 0.0088 kohlensaure Talkerde, 0.014 schwefelsaurer Kalk, 0.0125 schwefelsaure Talkerde). Da jedoch der kohlensaure Kalk gewöhnlich überwiegt, läßt sich annähernd 1 Grad des Hydrotimeters gleich einem Gehalt von $^1/_{100}$ Gramm erdiger Salze pro Liter Wasser oder $^1/_{100000}$ des Wassergewichtes setzen. Es ist möglich, noch halbe Grade zu beobachten, mithin sehr kleine Beimischungen.

Der Theil der Seife, welcher vor der Schaumbildung zur Neutralisirung der Salze zersetzt wird, ist für andere Zwecke völlig verloren; je kleiner dieses Quantum, desto geeigneter ist daher ein Wasser zu der häuslichen Benutzung, so daß der Härtegrad die Reihenfolge verschiedener Wasser hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit angiebt. Das Gewicht der zersetzten Seife ist annähernd gleich dem zehnfachen Gewichte der aufgelösten Salze.

Die Hydrotimetrie ist unter Zuhülfenahme einiger anderer Lösungen, immer aber mit Beibehaltung der Seifenlösung als Reaktionsmittel, so erweitert worden, daß nicht nur der Gehalt an erdigen Salzen oder der Härtegrad im Allgemeinen, sondern das Verhältniß des Kalkes und der Talkerde, der kohlensauren und schwefelsauren Salze und selbst der freien Kohlensäure bestimmt werden kann. Ein näheres Eingehen hierauf würde zu weit führen.

Nach Obigem bezeichnet somit ein Grad des Hydrotimeters das Gewicht der Seife, welches von dem Wasser zersetzt wird, bevor sich Schaum bildet, in $^1/_{10000}$ Thei-

len des Wassergewichtes, den Gehalt an erdigen Salzen in $^1/_{100000}$ Theilen des Wassergewichtes. Diese Methode mag allerdings nicht sehr genau sein und sie macht für viele Zwecke keineswegs eine genauere chemische Analyse überflüssig, dagegen gibt sie ein vollkommen ausreichendes Mittel, schnell und ohne Mühe verschiedene Wasser mit einander zu vergleichen und ihren gegenseitigen Werth durch einfache, jedermann verständliche Zahlen auszudrücken.

Es wird noch zwischen dem vorübergehenden und bleibenden Härtegrad unterschieden: Die kohlensauren Erden (und zwar besonders der kohlensaure Kalk) sind nämlich als einfache Kohlensäureverbindungen im Wasser nur sehr wenig löslich und es geschieht eine stärkere Lösung dadurch, daß sich durch Aufnahme von freier Kohlensäure ein Doppelsalz bildet, das leichter löslich ist. Ein Ausscheiden des Ueberschusses der Kohlensäure, damit die Zurückführung auf eine einfache kohlensaure Verbindung und die sofortige Ausscheidung dieser letztern geschieht auf verschiedene Weise, namentlich aber durch Erhitzen des Wassers. Untersucht man nach einem einige Zeit fortgesetzten Sieden die Härte, so wird sich solche um den kohlensauren Kalk und einen Theil der kohlensauren Talkerde vermindert haben. Der Rest entspricht dem Gehalt an anderen Erdsalzen und verändert sich auch bei fortgesetztem Sieden nicht mehr, abgesehen natürlich von dem Verdampfen eines Theils des Wassers. Dieser bleibende Gehalt heißt die bleibende Härte und wird, nach Ergänzung des Wassers mit destillirtem Wasser auf das anfängliche Volumen, durch die Seifenlösung ganz so bestimmt wie die vorübergehende Härte.

Die bleibende Härte ist überall da für den Werth des Wassers maßgebend, wo schon gesottenes Wasser verwendet wird.

Ist es nach dem Vorstehenden nicht mehr schwer, den Gehalt an erdigen Salzen zu bestimmen, so frägt es sich, welches die Wirkung dieser Salze bei den verschiedenen Benutzungen sei.

Kohlensaurer Kalk.

Der einfach kohlensaure Kalk ist in Wasser, wie schon gesagt, nur schwer löslich. Er findet sich dagegen als leichter lösliches Doppelsalz in verhältnißmäßig großer Menge in den meisten Wassern. Ein Ausscheiden des Ueberschusses der Kohlensäure, welches

namentlich beim Erwärmen eintritt, veranlaßt einen Niederschlag des kohlensauren Kalkes.

Hinsichtlich der Benutzung zum Trinken muß nach Dupasquier ein Gehalt an kohlensaurem Kalk als nützlich, ja fast als nothwendig angesehen werden und Wasser, welches gar keinen enthält, ist nicht sehr geeignet als Trinkwasser zu dienen. Der doppelt kohlensaure Kalk wirkt auf die Verdauungsorgane in hohem Grade anregend. Er wird durch die Magensäure zersetzt, wobei sich Kohlensäure entwickelt, so daß nicht nur die Magensäure gesättigt, sondern auch die Schleimhaut durch die Kohlensäure angeregt wird. Daher die Vorliebe, welche der Mensch, auch von der Temperatur abgesehen, für ein nicht allzu weiches Wasser hat und der bessere Geschmack eines solchen verglichen mit einem chemisch reinen Wasser.

Damit steht allerdings die Ansicht in direktem Widerspruch, welche in England über den Unterschied des harten oder weichen Wassers beim Trinken gehegt wird, nach der letzteres nicht bloß für die Menschen zuträglicher, sondern für die Thiere, namentlich die Pferde nothwendig wäre. Dieser Widerspruch scheint zu zeigen, daß wenn ein weiches Wasser im übrigen allen zu stellenden Anforderungen entspricht, der Mangel an kohlensaurem Kalk kein Hinderniß für dessen Benutzung als Trinkwasser bilden kann.

Mit Rücksicht auf die Benutzung als Brauchwasser geht aus dem frühern hervor, daß jeder Gehalt an kohlensaurem Kalk einen Verlust an nutzlos zersetzter Seife herbeiführt, welcher dem Zehnfachen seines Gewichtes entspricht. Hierbei darf man allerdings nicht außer Acht lassen, daß zum Waschen großentheils schon gesottenes Wasser verwendet wird, bei dem sich der kohlensaure Kalk niedergeschlagen hat, so daß er auf die später zugesetzte Seife keine Wirkung mehr ausübt. Auch beim Kochen der Gemüse ist der kohlensaure Kalk ohne große Bedeutung, da er sich meist ohne Nachtheil absetzt, und sein Vorhandensein in der Flüssigkeit ziemlich gleichgültig ist.

Ein stärkerer Niederschlag wird beim Speisen von Dampfkesseln mit einem solchen Wasser stattfinden, so daß ein häufiges Auswaschen der Kessel nothwendig ist. Wenn oft angenommen wird, daß Kesselsteiu aus kohlensaurem Kalk nur ein loses Pulver bilde, das erst durch schwefelsauren Kalk zu einem festen, für die Kessel wirklich schädlichen Steine werde, so scheint dem die Unter-

suchung verschiedener Kesselsteine zu widersprechen, die fast nur aus kohlensaurem Kalk bestehen.

Von wesentlichem Nachtheil ist der kohlensaure Kalk für das Ausschwenken der Wäsche nach dem eigentlichen Waschen, das Waschen aus dem kalten, wo durch eine größere Wassermenge alle Rückstände der Seife mit den ausgewaschenen Unreinigkeiten entfernt werden sollen, und wozu man sich des großen Quantums wegen eben des kalten Wassers bedient. Hier kommt der volle Kalkgehalt und Härtegrad in Betracht, und es ist daher nur ein möglichst weiches Wasser ganz zweckentsprechend.

Erreicht der Kalkgehalt eine gewisse Grenze, so hängen sich die Zersetzungsprodukte der Seife zusammen, es bilden sich vor der Entstehung des Schaumes fettige Flocken, welche einen Niederschlag bilden. Ein solches Wasser, das mit der Seife Flocken bildet, ist zum Waschen völlig untauglich, da diese Flocken in der Wäsche bleiben und auch durch fortgesetztes Reiben und Spühlen, nebst den von ihnen eingeschlossenen Unreinigkeiten, nicht entfernt werden können.

Die kohlensaure Bittererde wirkt beim Trinken wie der kohlensaure Kalk, verleiht dagegen, in etwas größerer Quantität, dem Wasser einen bittern Geschmack, für den Hausgebrauch ist sie schädlicher als der kohlensaure Kalk, weil sie leichter löslich ist und durch das Kochen nicht ganz ausgeschieden wird.

Es lassen sich demnach folgende Schlüsse ziehen:

1. Ein Gehalt an kohlensaurem Kalk ist für ein Trinkwasser wünschbar.

2. Für Brauchwasser begründen die kohlensauren Salze einen Verlust an Seife gleich dem Zehnfachen ihres Gewichtes, daher verschieden, je nachdem durch Erhitzen ein Theil niedergeschlagen worden ist oder nicht.

3. Ist der Gehalt so stark, daß sich Flocken bilden, so ist das Wasser zu häuslichen und gewerblichen Zwecken untauglich.

4. In dieser Hinsicht sind daher die Anforderungen an ein Wasser entgegengesetzt, je nachdem dasselbe zum Trinken oder für den Hausgebrauch dienen soll.

Schwefelsaurer Kalk.

Schwefelsaure Erden sind zwar nicht sehr leicht löslich, zuweilen sind sie aber doch in ziemlich bedeutenden Mengen im Wasser enthalten. Sie sind der schädlichste Mineralbestandtheil, der sich in größerer Menge aufgelöst findet, und zwar eben so schädlich zum Trinken wie zum Hausgebrauch.

Beim Trinken belästigen sie die Verdauung, beim Kochen verhindern sie das Weichwerden der Gemüse, da sie die Pflanzenfaser umhüllen, sie geben schlechten Thee, beim Waschen zersetzen sie die Seife und geben namentlich zur Bildung von Flocken Anlaß. Es ist dieß um so nachtheiliger, als sie durch Erhitzen nicht ausgeschieden werden, das warme Wasser daher den Härtegrad und die Eigenschaften des kalten theilt; mit schwefelsaurem Kalk enthaltendem Wasser kann daher die Wäsche nicht sauber gemacht werden. Zur Speisung von Dampfkesseln benutzt bilden sie vorzugsweise einen kristallinischen Kesselstein, der sich sehr schwer von den Kesseltheilen ablösen läßt, daher gefährlich und den Kesseln schädlich ist.

Jedes Wasser, das einen beträchtlichen Gehalt an schwefelsauren Erden enthält, ist daher für eine Wasserversorgung unbrauchbar und eignet sich eben so wenig zum Trinken wie als Brauchwasser.

Von den übrigen Salzen wirkt der Chlorkalk wie die schwefelsauren Salze zersetzend auf die Seife ein, ohne sich durch Sieden niederzuschlagen und ohne beim Trinken den Magen wohlthätig anzuregen. Er und noch mehr die übrigen Salze sind in zu kleinen Quantitäten vorhanden, als daß sie hier einer genaueren Erörterung unterworfen zu werden brauchten.

Bestimmung des Seifeverbrauches.

Wenn ein Hauptnachtheil eines harten Wassers in seinem zersetzenden Einfluß auf die Seife besteht, frägt sich wie groß dieser Nachtheil wirklich in Geld ausgedrückt sei. Bei größern Wäschen wird demselben durch eine Beimischung von Soda vorgebogen, deren Kosten nicht sehr groß sind und welche abweichend vom bloßen Sieden auch eine Ausscheidung der schwefelsauren Erden und damit eine bedeutende Verminderung des Härtegrades veranlaßt; doch sollen bei guten Einrichtungen solche künstlichen Mittel wegleiben können und das Wasser gerade so benutzt werden, wie es geliefert wird.

Bei Anlaß der Untersuchungen des Wassers in London wurden einläßliche Erhebungen über die Auslagen für das Waschen in jener Stadt gemacht, nach denen diese Kosten per Kopf und Woche sich auf $1^1/_4$ Franken, also per Jahr auf 65 Fr. für jeden Einwohner belaufen würden, wovon auf Seife und Soda 10 bis 12 % treffen. (Report by the General Board of Health on the Supply of Water to the Metropolis. 1850, Pag. 71—80.) Während der durchschnittliche Härtegrad des Londoner Wassers zirka 21° (15° nach Clarks Eintheilung) beträgt, wird angenommen, es könnte durch ein Wasser von 6° eine Ersparniß im Seifeverbrauch bis auf $^1/_3$ des obigen erlangt werden oder für 10° Verminderung eine Ersparniß von zirka Fr. 2. 90 per Kopf und Jahr. Anderseits wird der Wasserbedarf per Kopf und Jahr zu den Zwecken, bei welchen Seife verwendet wird, auf 1200 Maaß, etwas mehr als 3 Maaß täglich, angeschlagen. Einer Verminderung der Härte um 10° entspricht nach dem früheren für ein solches Quantum eine Verminderung in dem Gewichte der zersetzten Seife um $^1/_{1000}$ des Wassergewichtes, also um 3.6 Pfd. oder eine Ersparniß von zirka 2 Fr. per Kopf und Jahr. Einer Vermehrung oder Verminderung der Härte des Wassers um einen Grad würde also eine Vermehrung oder Verminderung der Auslagen für die Wäsche um 20 bis 30 Rappen per Kopf und Jahr entsprechen.

Für andere Orte wäre dieser Ansatz jedenfalls zu hoch, da bloß ungefähr die Hälfte des obigen Wasserquantums zum Waschen verwendet, überhaupt weniger Gewicht auf reine Wäsche gelegt und solche auch weniger schnell verunreinigt wird als dieß bei dem Londoner Rauch und Staub der Fall ist. Aber auch dann betragen die einem Härtegrad entsprechenden Auslagen immer noch 10 bis 15 Rappen per Kopf und Jahr.

In Wäschereien soll bei weichem Wasser ungefähr auf 300 Pfd. Wasser 1 Pfd. Seife verbraucht werden, daher nach dem angenommenen Wasserverbrauch per Kopf und Jahr zirka 6 Pfd. Seife. In Haushaltungen in Zürich, welche am Waschen nicht sparen, möchte der Seifenverbrauch gegenwärtig zirka 10 Pfd. per Kopf und Jahr betragen. Die Einführung weichen Wassers hätte somit eine Verminderung des Seifekonsums um 4 Pfd. oder eine Ersparniß per Jahr von über 2 Fr. zur Folge.

Bei diesen Berechnungen kommt nun hauptsächlich der Unterschied zwischen anfänglicher und bleibender Härte in Betracht, da

ein großer Theil des zum Waschen verwendeten Wassers vorher längere Zeit siedet, also den niedrigeren, bleibenden Härtegrad angenommen hat. Da es sich hier nur um eine annähernde Schätzung handelt, darf man wohl annehmen, daß die Hälfte des Wassers in gesottenem, die Hälfte in natürlichem Zustand mit der Seife verbraucht wird, so daß hinsichtlich des Seifeverbrauchs das Mittel aus der anfänglichen und der bleibenden Härte in Rechnung zu bringen ist. Bei den in Zürich benutzten Quellwassern ist die anfängliche Härte zirka 32°, die bleibende 16°, also im Mittel 24°. Bei dem weichen Seewasser ist die anfängliche Härte 11—12°, die bleibende $6^1/_2$, im Mittel 9°, und es beträgt der Unterschied 15°. Jene 2 Fr. Ersparniß betragen somit per Grad verminderter Härte $13^1/_3$ Rappen, was gut mit den obigen Berechnungen stimmt.

Nimmt man ferner für eine ungefähre Schätzung an, daß die bleibende Härte ungefähr die Hälfte der anfänglichen sei, was bei den Zürcher Wassern annähernd der Fall, so ist die Differenz zwischen dem Durchschnitt der anfänglichen und der bleibenden Härte zweier Wasser ungefähr gleich $^3/_4$ der Differenz zwischen der anfänglichen Härte und es entspricht jede Verminderung der anfänglichen Härte um 1° einer Ersparniß per Kopf und Jahr von 10 Rappen.

Bei einer Bevölkerung von 40,000 Seelen veranlaßt daher die Zuführung eines Wassers von 30° Härte anstatt von bloß 20° eine jährliche Mehrauslage von 40,000 Fr. So gering der Nachtheil der Härte in dieser Beziehung bei oberflächlicher Betrachtung scheinen mag, um so gewichtiger stellt er sich nach Obigem bei einer genauern Berechnung heraus.

Neben den größern Auslagen für Seife wird namentlich auch der Umstand hervorgehoben, daß wegen des schwierigeren Waschens die Wäsche viel mehr gerieben werden muß und sich daher schneller abnutzt. Ganz wie der Seifeverbrauch selbst führt auch dieser Umstand, so unbedeutend er an sich scheint, durch seine Ausdehnung auf die gesammte Bevölkerung zu sehr großen Zahlen, welche aber zu unsicher sind, um hier abgeschätzt zu werden.

Verwachsen der Leitungsröhren.

Es ist schon angegeben worden, wie der kohlensaure Kalk nur schwer löslich sei und daher nur durch einen Ueberschuß an Kohlensäure gelöst erhalten werden könne und sich ausscheidet, sobald diese Kohlensäure aus irgend welchem Grunde entweicht. Unter gewissen

Verhältnissen findet dieß auch in den Leitungsröhren statt, wo sich ein Niederschlag an den Wänden bildet, der mehr oder weniger fest ist und ihren Querschnitt vermindert, dadurch dem Lieferungsvermögen einer Leitung Eintrag thut. Ist dieser Niederschlag sandig und schlammig, so muß er von Zeit zu Zeit ausgespült werden, ist er dagegen fest, so wird der Nachtheil groß und schwer zu beseitigen. Es ist daher wichtig zum Voraus entscheiden zu können, wie sich ein Wasser in dieser Hinsicht verhalte und es sollte sich dieß wohl nach dem Härtegrad beurtheilen lassen.

Anderseits haben sich schon in eisernen Leitungen Verwachsungen durch Knollen von Rost gezeigt, welche den Querschnitt ebenfalls sehr beschränkten, ja denselben fast ganz verstopft haben. Es wurde diese Erscheinung zuerst in Grenoble, nachher aber auch an andern Orten beobachtet. Die Knollen rühren vom Rosten des Gußeisens unter der Wirkung elektrischer Strömungen her.

In einer Leitung kommen nie Rostknollen und Kalkniederschläge zu gleicher Zeit vor, denn sobald sich das Eisen mit einer Schicht Kalk bedeckt hat, kommt es nicht mehr mit dem Wasser in Berührung und ist daher vor Oxydation geschützt.

Es sind hierüber folgende Ansichten aufgestellt worden:

1. Schlammhaltiges trübes Wasser giebt nie Rostknollen.

2. Wasser von 20 bis 25 und mehr Grad Härte veranlaßt Kalkniederschläge.

3. Wasser unter 20° Härte veranlaßt Rostknollen.

Die Untersuchungen zahlreicher Quellen für die Wasserversorgung von Paris haben gezeigt, daß wenn das Wasser an der Quelle 18° Härte zeigte, es auf seinem weiteren Wege nichts verlor, sondern diesen Grad beibehielt, daß dagegen bei einer größern Härte an den Ufern und Wänden der Kanäle und Leitungen ein Theil des Gehaltes abgesetzt wird und das Wasser sich der Härte von 18 bis 20° nähert. Man ist daher dort ebenfalls zu dem Schlusse gelangt, daß mit 20° und mehr Kalkniederschläge eintreten, ein Wasser daher diesen Grad nicht übersteigen dürfe.

Die Absetzung von Kalk wird sehr erleichtert durch heftige Bewegung des Wassers, wobei zum Entweichen der Kohlensäure Anlaß gegeben wird. Es zeigt sich solches an Bächen unterhalb von Mühlegewerben, namentlich aber, wenn das Abwasser von Fontainen und laufenden Brunnen wieder in Leitungen aufgefaßt wird. Sehr schnell entstehen in den letztern bedeutende Ablagerun-

gen. Es wäre daher gefährlich, das Wasser, bevor es zur Vertheilung in die Häuser gelangt, zuerst noch an höhern Punkten zu Wasserkünsten benutzen zu wollen.

Die Ansetzung von Rostknollen bei geringerem Härtegrad scheint hauptsächlich von der Beschaffenheit des Eisens herzurühren. Wenn dieses Stellen von sehr ungleicher Dichtigkeit hat, treten elektrische Strömungen und damit Rostknollen auf, bei gleichmäßigem Gusse dagegen nicht. Man hält daher eine vollkommene Reinheit oder große Weichheit des Wassers für keinen Uebelstand und führt es unbedenklich durch eiserne Leitungen. Nur in seltenen Fällen sind daraus Uebelstände hervorgegangen.

Mittel zur Verminderung des Härtegrades in London.

Wenn beim Waschen zur Verminderung des Härtegrades und Seifeverbrauchs ziemlich allgemein Soda angewendet wird, ist von Dr. Clark, dem Erfinder der Seifenprobe, ein Verfahren zur Weichmachung vorgeschlagen worden, das im Großen vor Vertheilung des Wassers anzuwenden wäre. Es besteht in einer Mischung des Wassers mit Kalkmilch; dadurch wird dem doppelt kohlensauren Kalk die Hälfte der Kohlensäure entzogen, da sich diese mit dem zugesetzten Kalke verbindet und es schlägt sich der sämmtliche kohlensaure Kalk ganz ähnlich wie beim Sieden des Wassers nieder. In größerem Maßstab gelangte dieß Verfahren bei der Plumstead-, Woolwich- und Charlton-Wassergesellschaft in London zur Anwendung. Das gepumpte Wasser zeigt hier ursprünglich 30° Härte, wovon 20° von kohlensaurem Kalk herrühren. Durch das obige Verfahren werden 18° niedergeschlagen und es bleibt ein klares helles Wasser von 12°. Diese Gesellschaft lieferte täglich zirka 90,000 Kubikfuß, welche so behandelt wurden. (Reports on the Metropolis Water Supply 1856.)

Ob dieß Verfahren jetzt noch in Ausführung kommt, ist mir nicht bekannt, scheint jedoch nicht wahrscheinlich, da diese Gesellschaft mit der Kent-Gesellschaft verschmolzen worden ist und diese ein weit größeres Quantum ursprünglich schon weicheren Wassers lieferte.

Da durch dieses Verfahren nur der kohlensaure Kalk ausgeschieden wird, der sich ohnehin beim Sieden niederschlagen würde, der schwefelsaure Kalk dagegen unberührt bleibt, ist dessen Vortheil nicht so groß, daß seine Anwendung allgemeiner geworden wäre.

Aus dem in Obigem über die chemisch aufgelösten Mineralbestandtheile Gesagten lassen sich nachstehende Schlüsse ziehen:

1. Für Trinkwasser ist ein gewisser Härtegrad, 15—25°, nützlich und angenehm.

2. Für Hauswasser und Wasser zu Gewerben begründet die Härte unter allen Umständen eine wesentliche Ausgabe durch den größeren Seifeverbrauch, je weicher ein Wasser, desto besser ist es.

3. Hinsichtlich des kohlensauren Kalkes sind die an Trink- und Hauswasser zu stellenden Anforderungen entgegengesetzt und begründen ein getheiltes Versorgungssystem, wie solches sich schon wegen der Temperatur als wünschbar zeigte.

4. Der von schwefelsauren Salzen herrührende Härtegrad ist für alle Zwecke schädlich.

5. Bei dem Wasser für öffentliche Zwecke kommen bloß die Kalkniederschläge in Betracht und ist ein Wasser von 18 bis 20° in dieser Hinsicht am vortheilhaftesten.

Gehalt an organischen Bestandtheilen.

Es ist hier nur von den chemisch im Wasser aufgelösten oder ungemein fein vertheilten, selbst bei starker Vergrößerung nicht sichtbaren organischen Stoffen die Rede, da bloß mechanisch beigemengte, bei einer gewöhnlichen Vergrößerung sichtbare mit der Trübung des Wassers zusammenhängen und früher behandelt wurden. Diesen Auflösungen ist in den amtlichen Berichten über das Wasser und die Cholera in London große Aufmerksamkeit geschenkt worden, aus denen hier einige Stellen angeführt werden. (**Reports on the Metropolis Water Supply 1856.**)

Es wird allgemein zugegeben, daß diese Stoffe von besonderem Interesse in sanitarischer Hinsicht sind, doch ist ihre Bestimmung äußerst schwer, ja eine der schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie, und noch schwerer ist die Untersuchung ihrer Eigenschaften. Die Ansichten der Chemiker über die Art, wie die organischen Stoffe im Wasser unter gewissen Umständen eine schädliche Wirkung auf den thierischen Organismus hervorbringen können, sind getheilt, doch wird allgemein anerkannt, daß die Bestandtheile der im Wasser aufgelösten organischen Stoffe keineswegs selbst giftig sind, sondern daß sie einzig durch den wichtigen Prozeß der Zersetzung und des Verfaulens schädlich wirken, welchem

alle Pflanzen- und Thierstoffe unterworfen sind, sobald sie nicht mehr unter dem Einfluß der Lebenskraft in der Pflanze oder im Thiere stehen. Diese Fäulniß gibt entweder zur Bildung giftiger Stoffe Anlaß, oder sie wirkt bloß als Ferment, einem ähnlichen Zersetzungsprozeß in den Bestandtheilen des thierischen Organismus rufend. Mit besonderer Rücksicht auf die letztere Wirkungsart zeigt die allgemeine Erfahrung, daß stickstoffhaltige Stoffe unendlich mehr geneigt sind, in Fäulniß überzugehen, als solche organische Stoffe, welche keinen Stickstoff enthalten; daher die im Allgemeinen richtige Meinung, daß der schädliche Charakter der organischen Stoffe im Wasser im Verhältniß zu dem Stickstoffgehalt stehe.

Dabei ist aber erst noch zu berücksichtigen, daß der Stickstoff derjenigen organischen Bestandtheile, welche schon vorher die Fäulniß durchgemacht haben und daher aufhören giftig zu sein, im Wasser als Ammoniak und Salpetersäure aufgelöst bleibt. Es ist also durchaus nicht bloß die Bestimmung des gesammten Stickstoffgehaltes, sondern auch die getrennte desjenigen, der in dem Ammoniak und in der Salpetersäure enthalten ist, nothwendig. Erst wenn dieser vom Gesammtgehalt abgezogen wird, erhält man den Theil, welcher noch den in Fäulniß begriffenen oder solcher unterworfenen Bestandtheilen entspricht und daher eine Grundlage für die Vergleichung des Wassers bildet.

Anderseits weist ein großer Ammoniakgehalt des Wassers darauf hin, daß derselbe von den organischen Bestandtheilen herrühren möge, welche am leichtesten ins Wasser gelangen und die gewöhnlichste Ursache der Bildung dieses Gases sind, nämlich von den flüssigen Abfällen der Menschen und Thiere. Ammoniak bildet die erste Zersetzungsstufe dieser Substanzen, die sich durch den Einfluß der atmosphärischen Luft und Oxydation des Stickstoffs in Salpetersäure umwandelt. So gewährt das Verhältniß dieser Stoffe die Möglichkeit, den Grad der Zersetzung zu beurtheilen.

Einen etwelchen Maaßstab des Gehaltes aufgelöster organischer Stoffe gibt allerdings die mikroskopische Untersuchung, welche die Neigung zur Bildung organischer Wesen im Wasser beobachten läßt. Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist das Wasser frei von allen Bestandtheilen, aus denen sich lebende organische Wesen bilden, oder sofern sie schon bestehen, ernähren könnten. Die Gegenwart solcher Geschöpfe liefert den Beweis eines Stickstoffgehaltes im Wasser und damit einer organischen Verunreinigung. Da die

Mehrzahl organischer Gebilde sich durch Einsaugen ernährt, erheischt ihre Gegenwart im Wasser das Vorhandensein organischer Stoffe in aufgelöstem Zustande, der es ihnen ermöglicht, letztere aufzusaugen und sich damit zu ernähren. Einige höhere Formen der Infusorien haben Magen und ernähren sich von fester, lebendiger oder todter Substanz. Die Gegenwart sichtbarer lebendiger oder todter Pflanzen oder Thiere, namentlich aber der letztern, muß daher als Beweis der Verunreinigung durch aufgelöste organische Substanzen dienen. Wenn Pflanzen dieß in einem gewissen Grade thun, ist es bei Thieren in einem höhern Grade der Fall, weil sie viel mehr Stickstoff enthalten. Hierin liegt nun ein ungefährer Maaßstab der Verunreinigung.

Der Mangel sichtbarer organischer Gebilde im Wasser liefert jedoch noch keinen bestimmten Beweis der Reinheit von organischer Substanz, indem außer dem Vorhandensein der letztern noch verschiedene Agentien für die Entwicklung organischen Lebens nothwendig sind, nämlich mehr oder weniger Luft, Licht und Wärme. Zur Entwicklung einzelner Gebilde ist eine freie Wirkung aller dieser Einflüsse nothwendig, für andere genügt eine beschränkte Einwirkung, noch andere bestehen beim Zutritt von sehr wenig Luft und Licht und bei großer Kälte. Sind die oben genannten Einflüsse ganz ausgeschlossen, so entsteht nur schwer organisches Leben auch bei Anwesenheit von viel Stickstoff. Der letztere durchläuft dann die oben angegebenen, den verschiedenen Zersetzungsstufen entsprechenden Verbindungen und bildet salpetersaure Salze. Solche Zersetzungen gehen fortwährend in Brunnen vor, welche durch Abtrittstoffe verunreinigt sind. Dieser Theil entzieht sich dann der mikroskopischen Untersuchnng, so daß auch letztere immer noch viele Zweifel läßt, wie sie auch an sich keine durch Zahlen auszudrückende Vergleichung gestattet. (Report of the Committee for scientific inquiries in relation to the Cholera Epidemic of 1854. Appendix Pag. 217, 218.)

Wenn neueste mikroskopische Untersuchungen die schädliche Wirkung den kleinsten, selbst bei der stärksten Vergrößerung kaum zu bestimmenden fremden Wesen, Thierchen oder Pilzen glauben zuschreiben zu müssen, so dürften die Beobachtungen darüber noch zu vereinzelt sein, um aus dem Vorhandensein dieser Körperchen auf eine schädliche Wirkung derselben zu schließen. Mögen sie sich allerdings in verunreinigtem Wasser finden, so sind sie wohl auch in vielen Wassern, welche nur zeitweise oder selbst noch gar nie eine

schädliche Wirkung gehabt haben, anzutreffen, und es ist also noch keineswegs ausgemacht, ob ihnen mit Recht eine Wirkung zugeschrieben werden kann, oder ob sie nur als Begleitung auftreten.

Könnte der verschiedene Stickstoffgehalt mit etwelcher Genauigkeit auf chemischem Wege einfach ermittelt werden, so würde diese Bestimmung den werthvollsten Theil der Untersuchung der organischen Stoffe bilden. Unglücklicherweise ist sie aber mit großen Schwierigkeiten verbunden. Wurde durch die Seifenlösung des Hydrotimeters eine einfache, selbst dem Laien verständliche und geläufige Probe des Mineralgehaltes des Wassers gefunden, deren Resultat in übersichtlichen Zahlen verschiedene Wassersorten zu vergleichen gestattet, so mangelt ein solches Verfahren noch für Bestimmung des Stickstoffgehaltes. Diese Untersuchungen sind noch beschränkt auf das Laboratorium des Chemikers und entbehren einer allgemeinen Anwendbarkeit und Uebersichtlichkeit. Sollte es möglich sein, auch hier ein einfaches Titrirverfahren zu finden, bei dem, wie bei der Seifenprobe, eine nach bestimmtem Verhältniß verdünnte Flüssigkeit zugesetzt und nach dem Grade der Verunreinigung anfänglich zersetzt wird, nach geschehener Sättigung aber eine bestimmte sichtbare Wirkung, wie z. B. Färbung, Trübung oder Schaumbildung, hervorruft, so daß das Volumen der zugesetzten Lösung den Grad der Verunreinigung zu erkennen gestattet, so würde auch diese Untersuchung erleichtert und ausgedehnt. Zahlreiche Beobachtungen könnten mit der Wirkung des Wassers verglichen und daraus Schlüsse auf die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit der Beimischungen gezogen werden. Bei dem bisherigen Verfahren war dieß nicht möglich. Wenn allerdings auch für diese Stoffe das Titrirverfahren immer mehr Fortschritte macht, ist es doch noch nicht in den Bereich von Laien gelangt, sondern durch seine Umständlichkeit und Schwierigkeit auf chemische Laboratorien beschränkt und es ist die Zahl der Beobachtungen immer noch sehr gering.

In vielen Fällen wird eine bedeutende Verunreinigung des Wassers gefunden, und doch gilt das betreffende Wasser allgemein als ganz gesund, in andern Fällen konnte im Wasser einzelner Brunnen, welche ganz entschieden zu epidemischen Krankheiten Anlaß gaben, nichts Außerordentliches gefunden werden.

Einzelne Quellen, welche in waldigen Gegenden entspringen, enthalten eine größere Menge organischer Stoffe, als ein Fluß, der

schon durch bewohnte Orte geflossen ist, doch wird das Wasser der erstern durch das allgemeine Gefühl als besseres Trinkwasser als das letztere anerkannt.

Die Verunreinigung eines Wassers durch aufgelöste organische Bestandtheile, namentlich durch solche, welche von faulenden menschlichen und thierischen Stoffen herrühren, ist daher unter allen Umständen gefährlich und kann zu einzelnen Zeiten die Verbreitung heftiger Krankheiten erleichtern.

Da die Wissenschaft in dieser Beziehung noch sehr im Rückstande sich befindet, ist es unmöglich, anzugeben, wie groß der Grad der Verdünnung sein müsse, welche eine nicht auszuweichende Verunreinigung unschädlich macht.

In dieser Hinsicht kann nur die Erfahrung maaßgebend sein, welche an verschiedenen Orten gemacht wurde und lehrt:

daß das Wasser von Flüssen, die durch den Einlauf der Kloaken bedeutender Ortschaften oder durch die Abfälle der Bewohner zahlreicher Schiffe verunreinigt worden sind, und anderseits das Wasser von Pumpbrunnen in dichtbewohnten Städten, die nie von Filtrationen aus Abtrittgruben und sonstigen Ablagerungen von Unrath rein gehalten werden können, schädlich wirkt.

Daß man dagegen den Einfluß einzelner vorübergehender Verunreinigungen einer sehr großen Wassermenge, daher in sehr weit gehender Verdünnung, nicht zu hoch anschlagen darf.

Pettenkofer gibt in einem Gutachten an das Basler Baukollegium $^{5}/_{100000}$ als Maximum der organischen Stoffe, welche im Trinkwasser noch enthalten sein dürfen, an, und scheint damit, wenn man die in den Beilagen gegebene Zusammenstellung betrachtet, sehr hoch zu greifen.

In dieser Hinsicht ist namentlich die Erfahrung von London maaßgebend. Bis zu Anfang der fünfziger Jahre bezog der größte Theil der Londoner Wasserwerke sein Wasser direkt aus der Themse mitten zwischen den Ausläufen der zahlreichen Kloaken, deren Stoffe im Wasser auch nach vorgenommener Filtration nicht zu verkennen waren. Die einläßlichen Untersuchungen und Vergleichungen des durch die verschiedenen Wassergesellschaften gelieferten Wassers na-

mentlich zur Zeit der Cholera-Epidemie von 1854, wo ein Theil des Wassers schon oberhalb der Stadt aufgefaßt wurde, zwangen zu dem Schlusse, daß das unreinere Wasser jedenfalls den Einfluß hatte, die Empfänglichkeit für die Krankheit mehr zu steigern als das reinere. Es wurden denn auch bis zum Jahre 1856 die Schöpfstellen der sämmtlichen, das Wasser aus der Themse liefernden Gesellschaften weit aufwärts nach Hampton und Thames Ditton, auf zirka 4 Stunden oberhalb die Stadtgrenze, verlegt, und es wird alles Wasser sorgfältig filtrirt. Obgleich das Wasser auch hier keineswegs frei von organischen Beimischungen ist, was leicht zu begreifen, wenn man berücksichtigt, daß das Quellgebiet der Themse oberhalb dieser Stelle von 7- bis 800,000 Menschen bewohnt wird, erfreut sich doch seit jener Zeit London einer Gesundheit und einer niedrigen Sterblichkeit, mit der sich keine andere Großstadt und selbst nicht die übrigen bedeutenderen Städte Englands messen können. Es wird dieser günstige Zustand der Abschaffung der Abtrittgruben und der Ersetzung durch Water-closets zugeschrieben; mag dem sein wie ihm wolle, so liefert er den Beweis, daß unter den bisherigen Verhältnissen die Verunreinigung des Wassers keinen wesentlich schädlichen Einfluß hatte, daß somit die bestehende Verunreinigung das zulässige Maaß nicht überschritt.

Das Quellgebiet oberhalb jener Fassungspunkte beträgt zirka 1,300,000 Jucharten und hatte 1861 147,000 Häuser mit 710,000 Einwohnern. Bei kleinem Wasser beträgt die Wassermenge der Themse zuweilen bloß zirka 600 Kubikfuß Wasser pro Sekunde, so daß zu dieser Zeit ein Kubikfuß Wasser ungefähr einer Bevölkerungszahl von 1200 Seelen und einer Fläche von 2200 Jucharten entspricht. Diese Zahlen werden gestatten, auch die anderswo bestehenden Verhältnisse zu beurtheilen.

Allerdings sind noch nicht alle von jenen 710,000 Menschen bewohnten Städte mit Kanalisirungen und Water-closets versehen, doch ist deren Anzahl jetzt schon bedeutend, und es ermöglicht die Flächenausdehnung, zusammengehalten mit der Bevölkerung, einen Vergleich mit andern Orten, da mit der Dichtigkeit der Bevölkerung das Verhältniß der abfließenden Unreinigkeiten wächst.

Im vorliegenden Falle scheint allerdings die statthafte Grenze erreicht zu sein, und da die organische Verunreinigung zuweilen bis auf $^{4}/_{100000}$ steigt, der Fall einzutreten, daß sich die vortheil-

haften Verhältnisse wieder verschlimmern und zu Hülfsmitteln zur Abwehr drängen.

Deßhalb werden einerseits gesetzliche Vorschriften verlangt, welche eine weitere Verunreinigung des Wassers durch zunehmende Verbreitung der Water-closets und direkte Ableitung von deren Inhalt in die Bäche verhindern sollen, anderseits beschäftigt man sich, da dieser Absicht viele Hindernisse im Wege stehen, mit dem Gedanken, die Themse als Bezugsquelle des Wassers ganz aufzugeben und letzteres anderswoher zu beziehen. Diese Projekte werden später betrachtet werden.

Auch in Paris wurde lange Zeit das aus der Seine unterhalb und mitten zwischen zahlreichen Kloakenausläufen geschöpfte Wasser als hauptsächliches Trinkwasser benutzt, doch erfreute sich Paris nicht eines so ausgezeichneten Gesundheitszustandes wie London, um in dieser Hinsicht als Maaßstab dienen zu können, um so weniger, als jetzt andere Bezugsquellen geöffnet werden.

Ein gültiges Beispiel liefert dagegen Genf, das seinen ganzen Wasserbedarf, zumal noch ohne Filtration, aus der Rhone bezieht, welche die Zuflüsse der bevölkerten Gegenden längs des Genfersees enthält. Hier haben sich ebenfalls noch keine schädlichen Folgen der organischen Beimischungen gezeigt.

Aus derselben Rhone, welche aber noch die sämmtlichen Abfälle der mit Schwemmsystem versehenen Stadt Genf aufgenommen hat, schöpft weiter unterhalb die Stadt Lyon ihr Wasser ebenfalls ohne einen merklichen Einfluß auf die Gesundheit.

An allen Orten in London, Genf und Lyon hat das benutzte Wasser durch seine Bewegung im Flusse, seinen Aufenthalt in den Seen und die dabei stattfindende Berührung mit dem Sauerstoff der Luft den aufgelösten Stoffen Gelegenheit gegeben, sich zu zersetzen und dadurch unschädlich zu werden. Es enthält noch mehr oder weniger Stickstoff, aber wenige zur Fäulniß geneigte Verbindungen, und trotz nachweisbarer vorhergegangener Verunreinigung wirkt es nicht schädlich.

Es unterscheidet sich dadurch von dem Wasser vieler Sodbrunnen, bei denen eine Verunreinigung ebenfalls stattfand, wo aber keine Gelegenheit zur Ausscheidung geboten wurde. Mag daher die Verunreinigung an sich nicht stärker als in obigen Fällen und kaum zu beobachten und zu erklären sein, so ist doch die Wirkung viel verderblicher.

Die Hitze hat auf den Gehalt an organischen Bestandtheilen einen zerstörenden Einfluß, und es führen alle Beobachtungen zu der Ueberzeugung, daß diese Stoffe in gesottenem Wasser jegliche Wirkung verlieren.

Ein geringer Gehalt an organischen Bestandtheilen ist daher für das Küchen- und Brauchwasser unschädlich, und man hat schon an Orten, wo nur verunreinigtes Wasser zu Gebote stand, in Zeiten ansteckender Krankheiten zu dem Mittel gegriffen, das zum Trinken bestimmte Wasser vorher zu sieden. Bei dem Kochwasser wirkt allerdings noch das Gefühl, welches verbietet, allzu stark verunreinigtes Wasser zur Bereitung der Speisen zu benutzen, mag auch dessen Schädlichkeit durch das Kochen zerstört werden, und es kann dieser Glaube unter gewissen Verhältnissen wirklich schädlich wirken. Aus diesem Grunde ist daher selbst zum Kochen ein Wasser, das bemerkbare organische Beimischungen enthält, zu verwerfen. Dagegen kann solches ohne Bedenken benutzt werden, wenn die Beimischungen bloß den genauesten Untersuchungen offenbar werden.

Zum gleichen Schlusse führt die Anforderung, daß bei einer Ausscheidung des Trinkwassers von dem Kochwasser auch das letztere bei zufälliger Benutzung als Trinkwasser nicht schädlich wirken darf, denn es wird dieser Bedingung durch die oben aufgestellte Beschränkung der Beimischung, wie die Erfahrung gelehrt hat, entsprochen.

Für alle übrigen Zwecke ist eine Beimischung organischer Substanzen gleichgültig.

In Hinsicht der Verunreinigung durch chemisch aufgelöste organische Bestandtheile ergeben sich demnach folgende Grundsätze:

Das Trinkwasser muß möglichst frei von allen organischen Beimischungen sein, namentlich von solchen, welche von faulenden Stoffen herrühren.

Das Kochwasser erträgt ohne Schaden eine geringe Beimischung solcher Substanzen, sobald solche nicht von vornherein bemerkbar ist.

Für die übrigen Zwecke ist eine geringe Beimischung ebenfalls gleichgültig.

Auch in dieser Hinsicht sind die an das Trinkwasser zu stellenden Anforderungen weit strenger als diejenigen für die ganze übrige Masse Wasser, und

es weist daher auch sie auf eine Trennung des Wassers nach seiner Bestimmung hin.

Fassen wir hier die erlangten Schlüsse hinsichtlich der Quantität und Qualität des für eine Wasserversorgung bestimmten Wassers noch kurz zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Nach den zu stellenden Anforderungen zerlegt sich das Wasser in drei Theile:

Das Trinkwasser, bloß etwa $^3/_4$ % der ganzen Masse ausmachend, soll kühl sein, möglichst viel Luft und eine gewisse Menge kohlensauren Kalkes aufgelöst enthalten, vollkommen frei von organischen Bestandtheilen sein.

Das Hauswasser und Fabrikwasser macht $^1/_2$ bis $^1/_3$ der ganzen Masse aus. Es braucht dasselbe durchaus nicht kühl zu sein, soll dagegen möglichst frei von aufgelösten Mineralbestandtheilen sein, da solche eine direkte Ausgabe veranlassen, der Gehalt an organischen Bestandtheilen darf ein gewisses Maaß nicht überschreiten, damit das Wasser bei vorübergehendem Gebrauch zum Trinken nicht schädlich wirke.

Die Anforderungen, welche an seine Abgabe und an seine Reinheit gestellt werden, sind im direkten Widerspruch mit denjenigen, welche man hinsichtlich der Kühle und des Mineralgehaltes an das Trinkwasser stellen muß.

Das Spühlwasser und das Wasser zu öffentlichen Zwecken macht $^2/_3$ bis $^1/_2$ der ganzen Masse aus, und es genügt für solches fast jedes Wasser, sobald dasselbe nicht gar zu unrein oder zu Ablagerungen in den Leitungen geneigt ist.

Durch die Art seiner Abgabe hängt dieser Theil mit dem Haus- und Fabrikwasser zusammen.

Wenn somit eine Ausscheidung zwischen verschiedenen Wassergattungen bei der Vertheilung gemacht werden muß, geschieht solche zweckmäßig zwischen Trinkwasser einerseits und Brauchwasser und öffentlichem Wasser anderseits.

Bei einer bloßen Ausscheidung zwischen Wasser für den Privatgebrauch und solchem für die öffentlichen Bedürfnisse ohne getrennte Berücksichtigung des Trinkwassers kann den

gestellten Forderungen nicht vollständig genügt werden.

3. Gewinnung des Wassers.

Das in den Wasserversorgungen zur Verwendung kommende Wasser ist das Ergebniß der auf die Erde gelangenden Niederschläge, des Regens und Schnees, da hier an keine andere Entstehung des Wassers zu denken ist. Die Verschiedenheiten in der Gewinnung bestehen fast nur in der größern oder kleinern Distanz der Auffassung des Wassers von dem Punkte, wo es auf die Erde gelangt, und in den verschiedenen Einflüssen, welchen solches während des Durchfließens dieser Strecke unterworfen war.

Das zur Erde gelangende Regen- und Schneewasser sickert theilweise in den Boden ein, theilweise läuft es oberflächlich ab, theilweise verdunstet es, um neuerdings zu Niederschlägen Anlaß zu geben. Der letztere Theil geht für die Benutzung ganz verloren, es bleiben für diese bloß die beiden erstern. Der Theil, welcher in den Boden versickert, wird je nach der Bodenbeschaffenheit und der Schichtenbildung mehr oder weniger tief eindringen, hier entweder unterirdische Reservoire bilden oder sofort in einzelnen Wasseradern weiter fließen. Treten die Schichten, welche sein weiteres Eindringen gehindert haben, tiefer unten irgendwo zu Tage, so kommt auch das Wasser hier an die Oberfläche und bildet eine Quelle. Je nachdem letztere den Ausfluß eines unterirdischen Reservoirs oder bloß die Mündung einer Wasserader bildet, wird sie beständiger oder wechselnder sein, und je nach der Natur der durchflossenen Schichten wird ihr Wasser reiner oder unreiner, weicher oder härter sein. Jeder Quelle entspricht mithin ein gewisses Gebiet einer höher liegenden Fläche als Sammelgebiet und sie wird ganz oder theilweise das auf jener Fläche versickerte Wasser wieder zu Tage fördern, hingegen nie mehr. Die Natur der Quelle und die Beschaffenheit des Wassers hängt von der Natur des Bodens zwischen Quellgebiet und Quelle ab und wird durch künstliche Arbeiten nicht berührt. Auch die Menge des in den Boden sickernden Wassers ist durch die Natur im Wesentlichen bestimmt und wird durch den Menschen nicht verändert. Allerdings übt hier die Bebauung einen gewissen Einfluß aus. In Waldboden wird der Abfluß des Wassers gehemmt, das-

selbe bleibt bei Regenwetter länger liegen, hat daher mehr Zeit zum Versickern als wenn es sofort oberflächlich abfließen kann. Das Abholzen eines Quellgebietes kann daher der Ergiebigkeit einer Quelle in höchstem Grade Eintrag thun, noch mehr ist dieß bei Ueberbauung desselben der Fall. Daher rührt denn auch die Abnahme aller kleineren Quellen in der Nähe aufblühender Städte.

Arbeiten an der Quelle sind je nach der Natur der Quelle von Einfluß auf solche. Bildet sie den einzigen Ausfluß einer Wasserader, so wird selbst ein Tieferlegen dieses Ausflusses ohne Wirkung auf die Ergiebigkeit sein, da eben nicht mehr als alles durch die Ader zufließende Wasser ausfließen kann. Verzweigt sich dagegen die Ader und mit ihr das Wasser nach mehreren Oeffnungen hin, so kann ein Tieferlegen einer derselben den größten Theil des Wassers auf diese vereinigen, deren Quantum dadurch bedeutend steigern und das der andern eben so viel vermindern. Die Gesammtausflußmenge wird sich nahezu gleich bleiben. Diese beiden Fälle finden sich in den verschiedensten Abstufungen häufig in dem Molassegebiet der Umgebungen Zürichs, wo die Quellen meistens die Ausflüsse einzelner Kies- und Sandadern im Lehmboden sind.

Ist die Quelle der Ueberlauf eines unterirdischen Reservoirs, das man sich allerdings nicht als offene Höhle, sondern als ein Netz wasserhaltiger Schichten, Spälte oder Zwischenräume zwischen Steinen zu denken hat, so wird sie auch nach dem Aufhören von Zuflüssen so lange reichlich fließen, als der Wasserstand im Reservoir höher steht als die Quelle. Ist derselbe nahezu auf ihre Höhe gesunken, so wird die Quelle abnehmen und zuletzt ganz abstehen. Eine Vertiefung der Quelle wird nicht nur durch Vermehrung der Druckhöhe auf die Oeffnung die ausfließende Wassermenge vermehren, sondern auch deren Beständigkeit erhöhen, da der zwischen der alten und neuen Höhe liegende, früher nutzlose Theil des Reservoirs jetzt zur Wirkung kommt. Ohnehin kann dadurch höher liegenden Abflüssen Wasser entzogen und der Quelle zugeführt werden. Solche Fälle finden sich häufig in den Kalk- und Kreideformationen.

Durch die Entstehungsart der Quellen ist neben ihrer Zusammensetzung ihre Temperatur bestimmt, denn es wird solche der Temperatur der durchflossenen Schichten, somit außerordentliche Fälle, wo die Quellen aus großer Tiefe kommen, ausgenommen,

der mittleren Temperatur eines Ortes entsprechen, in gemäßigtem Klima $9\frac{1}{2}$ bis 10° Celsius betragen.

Da wo keine natürlichen Quellen zu Tage treten, können solche zuweilen durch künstliche Arbeiten bewirkt werden, denn schon an der letzten Ausflußröhre jedes drainirten Grundstückes zeigt sich eine, wenn auch schwache und wechselnde Quelle. Je tiefer die Drainirung, desto beständiger wird die Quelle sein, da die größere Tiefe des über den Drainirröhren liegenden Bodens zur Ausgleichung dient. Durch solche tiefern Drainirungen kann Wasser gesammelt werden, das sonst seinen Weg an die Oberfläche gar nicht gefunden hätte oder nur schwer und auf verschiedene Stellen vertheilt, sie sind daher nichts anderes als künstliche Quellen.

Der Rest des zur Erde fallenden Wassers, soweit es nicht verdunstet oder versickert, läuft sofort oberflächlich ab in kleinen Bächen, welche sich mit den gewöhnlichen Bächen, aus dem Abwasser der beständig fließenden Quellen bestehend, vereinigen und solche anschwellen machen. Bei seinem Laufe an der Oberfläche trübt sich dieses Wasser, und es werden auch die Bäche dadurch getrübt. Die Bäche, welche nicht durch Quellen gespeist, sondern nur auf solches oberflächliches Wasser angewiesen sind, werden bloß zur Zeit von Regen Wasser führen, sonst aber trocken sein.

Wie es von der Bodenbeschaffenheit abhängt, ob mehr oder weniger Wasser in den Boden eindringt oder oberflächlich abläuft, so wird demnach durch sie auch die Natur und das äußere Ansehen der Bäche bestimmt. In durchlassendem Boden wird das Wasser auf großen Flächen versinken, es werden daher hier auch bei nassem Wetter keine Bäche oder Wasserlachen sich finden; dagegen treten weiter unten die beständig fließenden Quellen zu Tage und bilden einzelne wenig veränderliche Bäche, welche auch bei Regenwetter nicht stark anschwellen. In undurchlassendem Boden wird bei trockenem Wetter ebenfalls kein Wasser zu sehen sein, obschon zahlreiche Graben und Auswaschungen den Zustand bei nassem Wetter voraussehen lassen. Bei eintretendem Regen füllen sich alle diese Graben mit Wasser und werden zu Bächen von oft reißendem Charakter; wo kein gehöriger Abfluß ist, bilden sich Wasserlachen. Mit aufhörendem Regen ändert sich aber dieser Zustand eben so schnell und bald sind alle jene Bäche wieder trocken.

Auch weiter unterhalb behalten die Bäche ihre Natur bei, schwellen schnell an um eben so schnell wieder all ihr Wasser zu

verlieren. Die bloße äußere Betrachtung einer Gegend bei Regenwetter gestattet hienach, einen Schluß auf die Bodenbeschaffenheit zu ziehen, und kann vor dem Mißgriff bewahren, Quellen in undurchlassendem Terrain suchen zu wollen.

Flüsse und Ströme.

Die verschiedenen Bäche vereinigen sich nach und nach zu Flüssen und Strömen, die Schwankungen der einzelnen Zweige gleichen sich hier in der großen Masse aus, der Einfluß lokaler Bodenbeschaffenheit und lokaler Witterungsverhältnisse hört auf, um so mehr machen sich dagegen die über das ganze Wassergebiet sich erstreckenden Verhältnisse geltend. Größere Bäche, Flüsse und Ströme vereinigen somit sowohl das Wasser der Quellen, als das oberflächlich abfließende Wasser in sich und es geht ihnen von der ganzen Regenmenge bloß das verdunstende und der unterirdisch weiter fließende Theil des in den Boden versickerten Wassers verloren.

Dieser Zusammensetzung nach bestimmt sich der Gehalt des Wassers an fremden Bestandtheilen. Ein Theil der Quellen wird viel fremde Stoffe aufgenommen haben, ein hartes Wasser enthalten, andere Quellen werden ziemlich rein und weich sein, noch weicher sind die oberflächlich abfließenden, direkt vom Regenwasser herrührenden Zuflüsse, so daß das Flußwasser gewöhnlich einen mittleren Härtegrad von 15—25° aufweisen wird. Bei einem höhern Gehalt wird nach dem früher angegebenen während der Bewegung ein Theil der auflösenden Kohlensäure ausgeschieden, dadurch kohlensaurer Kalk niedergeschlagen und das Wasser wird weicher. Da jedoch nur kohlensaurer, dagegen nicht auch schwefelsaurer Kalk sich niederschlägt, ist es möglich, daß bei anscheinender unbedeutender Härte das Flußwasser doch verhältnißmäßig viel schwefelsauren Kalk enthält und also weniger gut ist als manches ursprünglich reine Quellwasser von gleichem Härtegrad.

Die Flüsse durchströmen in ihrem Laufe oft Seen, welche große Reservoirs bilden, in denen das Wasser eine Zeitlang zur Ruhe kömmt und dadurch die mechanisch beigemischten Unreinigkeiten, die namentlich von dem oberflächlich abfließenden Wasser herrühren, ausscheidet. Auch die chemisch aufgelösten organischen Substanzen werden sich hier, wie schon während der Bewegung im Flusse, durch Einwirkung der Luft zersetzen und allfällig schädliche

Einwirkungen verlieren, so daß das Wasser am Auslauf aus einem See in vielen Hinsichten verbessert abfließt.

Die günstige Wirkung der Bewegung des Wassers in den Bächen, Flüssen und Seen auf die chemische und mechanische Reinheit desselben wird dagegen theilweise aufgehoben durch die während dieses Laufes stattfindende Verunreinigung von außerhalb, namentlich durch die Abflüsse aus menschlichen Wohnungen, sowie durch die unausweichliche Erwärmung im Sommer. Diese Uebelstände wirken besonders stark auf kleinere Bäche, wo die Wasserquantität verglichen mit den schädlichen Zuflüssen noch gering ist. Es sind daher solche Bäche meistens in viel schlimmerem Zustand als das Wasser der aus ihrer Vereinigung entstandenen Flüsse, und einzelne Neubauten oder industrielle Anlagen können deren Natur ganz verändern. Soll das Wasser zu Wasserversorgungen benutzt werden, so ist es entweder direkt aus den Quellen zu beziehen oder aus einem wirklichen Fluß, während sich die Zwischenstufe des Baches dieser Benutzung meistens entzieht.

Eine Quelle des Wassers ist hier unberücksichtigt geblieben, welche in manchen Strömen fast die bedeutendste ist: nämlich das Schnee- und Gletscherwasser der Gebirge. Es gehört dieß zu dem oberflächlich abfließenden Wasser, das aber nicht sofort, sondern durch die Kälte gebunden erst in längeren Zeiträumen seinen Abfluß findet und dadurch in den von ihm gespeisten Strömen eine wohlthätige Ausgleichung der Wassermenge gegenüber dem unmittelbar abfließenden oberflächlichen Wasser der Niederungen bildet. Die Hauptmasse dieses Wassers wird im Sommer und Frühherbst in die Ströme gelangen zu einer Zeit, wo die Quellen gewöhnlich am niedrigsten sind und am wenigsten Wasser liefern, es ist sehr weich gegenüber den letztern, daher denn auch das Wasser solcher Ströme seine Zusammensetzung wesentlich ändert und im Sommer reiner und weicher ist als im Winter, wenn schon dem äußern Ansehen nach häufig das Gegentheil zu vermuthen wäre.

Unterirdisch abfließendes Wasser.

Wo die undurchlassenden Schichten weiter unterhalb nicht zu Tage treten, wird das in den Boden versickerte Wasser seinen Weg abwärts suchen ohne zu Tage zu treten und es wird entweder irgendwo in weiter Ferne oberflächlich oder selbst erst im Grunde der Seen und des Meeres ins Freie gelangen. Auf diesem Wege

kann sich außer der wasserdichten Schicht, auf welcher das Wasser fließt, auch noch oberhalb eine wasserdichte Schicht finden, so daß das Wasser zwischen diesen beiden Schichten wie in einer geschlossenen Röhre, daher je nach dem Fallen der Schichten oft mit bedeutendem, von der Gestaltung der Terrainfläche unabhängigen Drucke fortfließt. Wird die obere Schicht auf irgend einem Punkte angebohrt, so wird das Wasser entsprechend dem Drucke, unter dem es steht, im Bohrloch in die Höhe steigen, oft bedeutend über die Bodenfläche, oft nur bis auf Bodenhöhe, oft nur wenig über die einschließenden Schichten. Ist der Druck genügend um es bis über die Bodenfläche hinaufzutreiben, so nennt man dieß einen artesischen Brunnen. In den andern Fällen muß durch Pumpen nachgeholfen werden, welche das Wasser von der Höhe, auf die es sich durch den eigenen Druck erhebt, bis über den Boden heraufpumpen. Die Erscheinung an sich ist troß der nothwendigen Pumpen ganz dieselbe wie bei den artesischen Brunnen.

Ist keine obere wasserdichte Schicht vorhanden, so wird das Wasser nicht unter einem besonderen Drucke stehen, es wird bloß in der Tiefe, welche der wasserdichten Schicht entspricht, eine Art unterirdischen Flusses oder ein Reservoir bilden. Schächte oder Bohrlöcher, welche auf diese Tiefe hinuntergehen, ergeben Wasser, das ebenfalls durch Pumpen zu Tag gefördert werden kann.

Hinsichtlich der Einwirkungeu, denen das Wasser ausgesetzt war, bevor es an die Erdoberfläche gelangt, entsprechen die artesischen Brunnen sowohl als solche tiefe Schachtbrunnen ganz den Quellen, nur ist zuweilen das Wasser wegen der großen Tiefe der durchflossenen Schichten und der dortigen höhern Bodentemperatur wärmer und auch durch solche mineralischen Stoffe verunreinigt, wie z. B. Eisen, welche sich bei oberflächlicheren Quellen selten finden. Der Zustand der Erdoberfläche in der Gegend der Brunnen selbst ist von keinerlei Einwirkung auf das Wasser.

Verschieden von diesem aus größern Entfernungen zufließenden Wasser ist das Wasser, das sich neben Bächen oder Flüssen auf der Tiefe des Wasserspiegels der letztern zeigt, sobald ein Brunnen bis auf diese Tiefe gegraben wird. In den meisten Fällen bestehen die Ufer der Flüsse aus Anschwemmungen, welche das Wasser durchfließen lassen. Dieser Boden wird theils mit Wasser aus dem Flusse, theils mit den von beiden Ufern herkommenden Zuflüssen angefüllt sein und es wird sich das Wasser in ihm, wenn

auch mit sehr kleiner Geschwindigkeit thalabwärts bewegen, dabei eine Art unterirdisches, dem sichtbaren folgendes Flußbett bilden. Je nach dem Betrag der Seitenzuflüsse wird dieser unterirdische Wasserlauf mehr durch diese oder aber vorzugsweise durch Wasser aus dem Flusse selbst gespeist. In Folge des durchlassenden Bodens an den Ufern wird auch der größte Theil der hier fallenden Niederschläge nicht dem Flusse selbst zufließen, sondern versickern und die Unreinigkeiten, die er dabei auflöst, dem unterirdischen Wasserlauf zuführen, diesen dadurch verunreinigend. Bei bebauten Ufern, in Ortschaften oder bei industriellen Gewerben wird dieß auch mit einem Theil des anderweitigen flüssigen Unrathes der Fall sein. So wird unterhalb von Städten durch Brunnen an den Flußufern nicht etwa das filtrirte Flußwasser, sondern in erster Linie das Wasser des unterirdischen Wasserlaufes zu Tage gefördert, das durch die mancherlei ausgewaschenen Abfälle verunreinigt ist. Erst wenn in einem solchen Brunnen so stark gepumpt wird, daß die Zuflüsse von oben und von der Bergseite her nicht mehr genügen, wird auch das Flußwasser in ihn gelangen. Dieses Verhältniß wird noch dadurch verschlimmert, daß die Sohle der Flußbette meistens aus einer dünnen ziemlich wasserdichten Schicht besteht, welche die lockern untern Schichten bedeckt und mehr oder weniger vom Flußwasser abschließt, während sie den Seitenzuflüssen ganz offen stehen.

Aus dem Vorstehenden erklärt sich, warum Brunnen, welche ziemlich nahe an großen Flüssen liegen, durch weit entfernte flußaufwärts liegende Gewerbe verdorben werden können.

Wo keine Ströme vorkommen, werden immerhin die Infiltrationen in nicht ganz undurchlassendem Boden in einer gewissen Höhe eine Schicht antreffen, welche dem Durchfluß zu viel Schwierigkeit darbietet, sie werden nicht mehr tiefer einsinken, sondern sich mit geringer Geschwindigkeit thalabwärts bewegen, und ebenfalls wieder eine Art unterirdischen Wasserlaufes bilden. Je nach den größern oder geringern Zuflüssen wird dessen Oberfläche ganz wie in einem gewöhnlichen Flußbette steigen oder fallen und es wird damit auch die Geschwindigkeit zunehmen oder abnehmen. Oft wird der Abfluß durch ein weiter unten liegendes Hinderniß gehemmt, dadurch das Wasser oberhalb aufgestaut, so daß es einen unterirdischen Teich oder See bildet, der sich durch obere Zuflüsse speist und unten über jenes Wehr hinweg seinen Ablauf hat. Auch hier wird sich bei größern Zuflüssen der Wasserspiegel heben, die

Geschwindigkeit und damit die Erneuerung des Wassers vermehren, bei kleinem Zufluß wird dagegen der Wasserspiegel sinken und eine Erneuerung viel langsamer eintreten.

Ganz wie bei den unterirdischen Wasserläufen neben Strömen gelangen hier alle von der Oberfläche aus stattfindenden Infiltrationen in diesen Bach oder See und verunreinigen solchen. Bei hohem Wasserstand und großer Geschwindigkeit ist die Verdünnung sehr stark, eine schädliche Wirkung auf das Wasser also nicht sehr bedeutend. Bei niedrigem Wasserstand, wo die Wassermenge nur gering und die Geschwindigkeit sehr klein ist, ja das Wasser nahezu stagnirt, machen sich dagegen jene Wirkungen geltend. Jedes Steigen des Wasserspiegels entspricht einem wachsenden Zufluß, vermehrter Geschwindigkeit und Verdünnung und abnehmender Verunreinigung, jedes Sinken des Wassers dagegen abnehmenden Zuflüssen, abnehmender Geschwindigkeit und Verdünnung und damit vermehrter Verunreinigung.

Diese unterirdischen Wasserläufe bilden das sogenannte Grundwasser, das man sich demnach keineswegs als ganz stillliegend, sondern als mehr oder weniger in Bewegung zu denken hat, wie ja selbst in Seen das Wasser sich bewegt. Eben deßhalb werden sich aber Zuflüsse an irgend einer Stelle nicht auf diese besondere Stelle beschränken und bei einem Pumpen hier wieder zu Tage treten, sondern sie werden von der allgemeinen Strömung weiter geführt sich auch über weitere Strecken vertheilen. Verunreinigungen machen sich zuerst an dem Orte geltend, wo sie stattfinden, von da aus, wenn auch mit zunehmender Verdünnung und deßhalb abnehmender Wirkung auf weitere Strecken.

Dabei kommt die reinigende Wirkung des Bodens in Betracht. Schon früher wurde angeführt, daß mechanische Beimengungen durch Filtration in Kies und Sand zurück gehalten werden, somit das Wasser von ihnen gereinigt wird. Mit chemisch aufgelösten Verunreinigungen ist solches nicht der Fall, das Wasser kann große Kieslager durchfließen, jene werden immer bleiben, und wird das Wasser auf seinem ferneren Laufe immer klarer, so wird es doch nicht chemisch reiner.

Die gewöhnlichen Pumpbrunnen sind nichts weiter als Oeffnungen durch die oberen Schichten, welche gestatten, Wasser aus dem unterirdischen Wasserlaufe oder Reservoir zu schöpfen, wie man bei offenen Bächen hingeht Wasser zu holen. Hier hat das Wasser

allerdings ungefähr die Bodentemperatur und ist von mechanisch beigemischten Unreinigkeiten gereinigt, daher dem Geschmack und Auge angenehmer, als dasjenige der offenen Bäche. Zeigt sich in irgend einem Brunnen eine Verunreinigung, so ist man bald entschieden, solche einer allzu nahe liegenden Abtrittgrube oder ähnlichen Quellen faulender Stoffe zuzuschreiben. Da die mechanische Filtration nicht genügend war, ist die Verunreinigung an den Tag gekommen, man verlegt deshalb den Brunnen oder die Grube bis das Wasser geschmacklos und klar, also diese Filtration genügend ist und glaubt dann gegen allen Schaden sicher zu sein. Daß eine weitergreifende Verunreinigung stattfinde, welche sich durch diese Verlegung nicht aufheben läßt, bedenkt man nicht oder gibt sich wenigstens keine Rechenschaft über deren Umfang. Liegt gar die Quelle der Verunreinigung und der Schöpfbrunnen in gebräuchlichem Abstand auf verschiedenem Grundeigenthum, so würde selbst die Erkenntniß der Sachlage wenig helfen.

Mit steigender Ueberbauung einer Fläche vermehren sich die Verunreinigungen. Die seitlichen Zuflüsse bleiben nahezu gleich, wenn sie nicht sogar dieser Ueberbauung wegen abnehmen, dadurch begründen sich die schwächere Verdünnung und die wachsenden Uebelstände, die sich auf eine weite Strecke ausdehnen.

Das Gesagte wird zu dem Schlusse berechtigen, daß **eine Verunreinigung des Grundwassers sich nicht auf einzelne Stellen beschränke, sondern sich durch dessen Strömung über weitere Strecken verbreite, daß daher Uebelstände an Orten auftreten können, wo in der Nähe gar keine Veranlassung dazu entdeckt werden kann.**

Da die sämmtlichen Wasservorräthe der Quellen, Bäche oder Flüsse und des unterirdischen Wassers sich aus den durch die Verdunstung verminderten Niederschlägen bilden, welche theils versickern, theils oberflächlich abfließen, ist es für die Beurtheilung von Wasserversorgungen sehr wichtig, das Massen-Verhältniß zu kennen, in welchem diese verschiedenen Theile zu einander stehen und welches Wasserquantum überhaupt von einer Fläche abfließen wird. Die Regenmenge sowohl als das verdunstende, versickernde und oberflächlich abfließende Wasser stehen im Verhältniß zur Oberfläche eines zu betrachtenden Terrainabschnittes, anders verhält es sich dagegen mit dem Ertrag der Quellen. Hier darf keineswegs

bloß die äußere Bodengestaltung in Betracht gezogen und nach dieser ein Quellgebiet angenommen werden, sondern es ist die Lage der wasserdichten Schichten maaßgebend, welche das versickernde Wasser vom weitern Eindringen abhalten, auf denen es daher weiter fließt, um an irgend einem Punkte als Quelle zu Tage zu treten. Das Gefäll dieser Schichten kann leicht demjenigen der Terrainoberfläche entgegengesetzt sein, daher das Wasser sich in entgegengesetzter Richtung bewegen als nach letzterer zu erwarten wäre. Das Gefäll und die Ausdehnung der Wassergebiete dieser Schichten bestimmt also die Quellgebiete und es sind letztere nicht durch die oberflächlich sichtbaren, sondern durch die unterirdischen Wasserscheiden begrenzt. In Gegenden mit geneigter und stark wechselnder Schichtung werden hierdurch wesentliche Unterschiede begründet und es ist eine genaue Kenntniß der Schichtenlagen zur Beurtheilung der Quellgebiete nöthig. Wo dagegen die Schichten ganz oder nahezu horizontal liegen, wird die Gestaltung der Oberfläche das Uebergewicht erhalten und die Quellgebiete bestimmen. Es ist dieß namentlich in dem nahezu horizontal geschichteten Molassegebiet des schweizerischen Flachlandes der Fall, so daß hier von vorneherein die Oberfläche als maaßgebend angenommen werden kann. Aber auch an andern Orten wird eine Beurtheilung nach der Oberfläche beim Mangel einer genauern Kenntniß immer ein willkommenes Hülfsmittel sein. So scheint auch die Kunst des berühmten französischen Quellensuchers Abbé Paramelle und wohl noch mancher anderer Wasserschmecker auf einer schnellen Auffassung und Schätzung der äußern Bodengestaltung und ihres Einflusses auf den Wasserlauf zu beruhen.

Ueber die Menge der Niederschläge, welche sich direkt und leicht messen läßt, sind an verschiedenen Orten und für die verschiedenen Jahreszeiten Beobachtungen gemacht worden, welche, wenn sie auch sehr große Differenzen zeigen, für jede neue Anlage hinlänglich genau das Wasserquantum zu beurtheilen gestatten, auf welches gerechnet werden kann. Die Höhe der Niederschläge wechselt sehr nach der Lage der Orte: sie beträgt beispielsweise in:

Zürich . . .	34 "
Bern . . .	39 "
Genf . . .	28 "
Paris . . .	20 "

England: London . . . . 28"
Lancashire im Quellgebiet der Liverpooler Wasserversorgung . . . . 39"
Yorkshire im Quellgebiet der Manchester und Sheffielder Wasserversorgung . . . . 38—42"
Cumberland Seebezirk . . . . 76"
Schottische Hochlande, Loch Katrine, Quellgebiet der Glasgower Wasserversorgung 51—78"

An einzelnen Orten fällt der größere Theil dieses Regens im Sommer, an andern im Winter und noch an andern über das ganze Jahr ziemlich gleichmäßig vertheilt. Nach Beilage III. ist letzteres in England annähernd der Fall, während in Zürich auf die 6 Sommermonate 63 % des ganzen Regenquantums, auf die Wintermonate 37 % desselben treffen.

Fast keine Versuche sind dagegen darüber angestellt worden, wie sich dieses ganze Wasserquantum auf die verschiedenen Theile des verdunstenden, versickernden und oberflächlich ablaufenden Wassers vertheilt.

Man nimmt gewöhnlich ohne genauere Begründung an, daß ungefähr $^1/_3$ verdunste, $^1/_3$ in den Boden versickere und das letzte Drittheil oberflächlich ablaufe. Darnach würden, wenn alles versickerte Wasser in den Quellen zu Tag treten und nicht theilweise unterirdisch abfließen würde, sowie wenn kein weiterer Verlust durch Verdunstung in dem ferneren Laufe stattfände, $^2/_3$ der ganzen Regenmenge durch die Bäche und Flüsse abgeführt, doch wird dieses Quantum der obigen Verluste wegen gewöhnlich bloß auf die Hälfte angeschlagen.

Ueber die versickernde Wassermenge sind, so viel bekannt, bloß in England genaue Beobachtungen angestellt worden, welche in Beilage III. wiedergegeben sind. Es hat sich dabei dieses Quantum nicht nur wegen der Beschaffenheit und Neigung des Bodens, sondern auch wegen des durch die Jahreszeit bedingten Einflusses der Verdunstung sehr veränderlich gezeigt Letztere ist im Sommer so stark, daß fast kein Wasser mehr zum Versickern kommt, im Winter dagegen fällt sie fast ganz außer Wirkung. Bei verschiedener Bodenbeschaffenheit wechselt die versickernde Wassermenge

im Winter zwischen 30 und 90 %
im Sommer zwischen 0 und 35 %.

Sie wurde durchschnittlich
für den Winter auf 75 %
für den Sommer auf 10 %
angesetzt, was aber natürlich nur mit sehr bedeutenden Abweichungen gilt.

Je nach der verschiedenen Vertheilung des Regens auf die Jahreszeiten ergibt sich hieraus ein abweichendes Durchschnittsverhältniß des versickernden Wassers auf das ganze Jahr. In Zürich werden 34 % der ganzen Regenmenge, in England dagegen $42^1/_2$ % versickern. Bei ersterem Verhältniß wird eine Juchart im günstigsten Falle bei vollkommen gleichmäßigem und vollständigem Auslauf alles versickerten Wassers durch Quellen höchstens 1.6 Maaß per Minute liefern. Außerdem kommen aber die Schwankungen der Regenmenge in trockenen Jahren in Betracht, nach denen sich auch der Ertrag der Quellen richtet, indem z. B. in Zürich die jährliche Regenmenge zuweilen auf 80 % der durchschnittlichen fällt, damit auch der Ertrag der Quellen per Juchart auf 1.3 Maaß per Minute, sowie noch die Schwankungen im Quellenertrag innerhalb kleinerer Zeiträume. Kaum dürften irgendwo Quellen zu finden sein, welche von der Vertheilung der Niederschläge in kürzeren Zeiträumen gar nicht beeinflußt würden und nur von den jährlichen Schwankungen abhängen, es darf daher als kleinster Quellenertrag keineswegs das Mittel des ganzen Jahresertrages gesetzt werden. Quellen, bei denen der kleinste Stand $^3/_4$ des Jahresdurchschnittes beträgt, gehören schon zu den guten, so daß ein Wasserquantum von 1 Maaß per Minute auf jede Juchart des Quellgebietes bei 34" Regenhöhe schon sehr beständige Quellen verlangt. Dieser Betrag soll in der Folge allen Abschätzungen zu Grunde gelegt werden.

Ebenso unbestimmt ist das oberflächlich abfließende Wasserquantum, das wie gesagt gewöhnlich ebenfalls zu $^1/_3$ der Regenmenge angesetzt wird. Auch hier sind bloß aus England und Amerika einläßlichere Beobachtungen bekannt, welche dieses Quantum zu beurtheilen gestatten. In den Bergen Yorkshires wird in den großen Reservoiren der Wasserwerke von Manchester, Liverpool, Bolton, Sheffield nicht bloß das Quellwasser, sondern auch das oberflächliche Wasser aufgefaßt, das in den verschiedenen Bächen zu Thal strömt. Das angesammelte Wasser entspricht daher dem versickernden und dem oberflächlich abfließenden Wasser, einzig ver-

mindert durch den Theil des versickerten Wassers, der keinen Ausweg in die Quellen gefunden hat, sondern unterirdisch weiter fließt. Die Bodenbeschaffenheit ist jedoch der Art, daß dieser Theil sehr gering ist. Die in Beilage III. angeführten Beobachtungen ergeben, daß ungefähr 70 bis 80 % des ganzen Regens so aufgefangen werden, in größern Gebieten, auf dem Festland und in Amerika bedeutend weniger, durchschnittlich nur 50—60 % der Regenmenge. Unter Berücksichtigung des früher ermittelten versickernden Theiles ergibt sich darnach der oberflächlich abfließende für England zu 30—38 %, also ziemlich übereinstimmend mit der vorläufigen Annahme von 1/3 der ganzen Regenmenge. Dieses Verhältniß wechselt für verschiedene Jahreszeiten und Regenhöhen, so daß bei großen und mehr konzentrirten Regengüssen mehr abfließt als bei schwächerem oder gleichmäßig vertheiltem Regen. Da keine zusammenhängenden Beobachtungen über die Infiltrationsmenge bestehen, lassen sich jedoch diese Veränderungen nicht genau bestimmen und es muß für andere Gegenden annähernd der gleiche Werth angenommen werden. In Zürich werden daher 11 Zoll jährlicher Regenhöhe oberflächlich ablaufen. Auf das ganze Jahr gleichmäßig vertheilt beträgt dieß

pro Juchart täglich 120 Kubikfuß.
" " pro Minute 1.5 Maaß.

Bei der Wassermenge der Quellen darf, sobald Arbeiten zur Steigerung des Ertrages derselben vorgenommen oder Messungen kurz nach solchen Arbeiten beurtheilt werden sollen, der Umstand nicht übersehen werden, daß die Wassermenge im Laufe der ersten Jahre beständig abnimmt, bis sie sich auf einen bedeutend niedrigeren Beharrungszustand stellt. Alle Arbeiten an Quellen oder Nachgrabungen nach solchen bezwecken den Widerstand gegen den Abfluß des Wassers zu vermindern, eine Art rückstauendes Wehr zu durchbrechen und dadurch das hinter diesem Wehr im Boden aufgestaute Wasser nutzbar zu machen. Der Zufluß dieses Wassers geschieht nur sehr langsam, da der Boden die Geschwindigkeit verzögert und es kann Jahre dauern, bis sich alles früher angesammelte Wasser der neuen Oeffnung zugezogen hat. Erst jetzt tritt der Beharrungszustand ein und hört die Abnahme auf, indem die Abflußmenge wieder der im entsprechenden Zeitraum und Gebiet versickernden Wassermenge entspricht. Beim Ankauf neu gefaßter Quellen werden in dieser Hinsicht oft die größten Mißgriffe

begangen und wundert man sich später, woher wohl die Abnahme kommen möge.

Das Tieferlegen von kleineren Quellen übt oft auch noch den Einfluß auf deren Ertrag aus, daß durch Vermehrung des Gefälles das Wasser schneller zuströmt, der Reservoirraum verkleinert wird und so die Quellen viel unbeständiger werden, bei nassem Wetter schnell viel Wasser liefern, bei trockenem dagegen beinahe abstehen, während sie früher ganz beständig gewesen sein mögen.

Der reichliche Ertrag neu gefaßter Quellen ist oft so verführerisch, daß es einer genauen Kenntniß der Natur der Quellen bedarf, um dessen Werth richtig zu schätzen. Eine Berücksichtigung des Quellgebietes und des von solchem möglicherweise zu erwartenden Wassers wird immer einen willkommenen Maaßstab bilden. Nach den vorstehenden Annahmen beträgt in Zürich

die Regenhöhe	34"
davon versickern 34 % = . .	12"
laufen oberflächlich ab 33 % =	11"
verdunsten 33 % = ...	11".

Daraus berechnet sich

		Kubikfuß pro Tag.	Maaß pro Minute.
Regenfall	pro Juch.	372	4.6
Versickernde Wassermenge	"	131	1.6
Oberflächlich ablaufende Wassermenge	"	120	1.5
Quellenertrag bei Trockenheit . .	"	80	1.—
Gesammtbetrag des zu gewinnenden Wassers bei Ansammlung in Reservoiren	"	250	3.1

Bei 7 Kubikfuß Wasserbedarf per Kopf während der Sommermonate erheischt daher eine Bevölkerung von 40,000 Einwohnern

bei reinem Quellwasser	Juchart 3500
bei Ansammlung des Quellwassers und der Bäche in Reservoiren	" 1100

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, welche verschiedenen Bezugsquellen für Wasserversorgungen benutzt werden können, und in welche Klassen sich letztere diesen Bezugsquellen nach eintheilen lassen. Wir unterscheiden:

I. Quellwasser-Versorgungen.
Mit Zuleitung des Wassers durch das natürliche Gefäll.
Mit Hebung des Wassers durch Pumpen.
II. Flußwasser-Versorguugen.
1. Ohne Reinigung des Wassers.
2. Mit Reinigung.
a. Durch Klärung.
b. Durch Filtration.
1. Natürliche Filtration.
2. Künstliche Filtration.
III. Schachtbrunnen-Versorgungen.
a. Mit tiefen Schachten und Bohrlöchern.
1. Hebung des Wassers durch Pumpen.
2. Artesische Brunnen.
b. Gewöhnliche Pumpbrunnen.
IV. Cisternen, in denen das Regenwasser von den Dächern gesammelt wird.

Bei Besprechung von Wasserversorgungen können letztere füglich ganz außer Betracht fallen, da sie eine Einrichtung sind, welche bei bevölkerten Ortschaften zu große Nachtheile hat.

I. Quellwasser-Versorgungen.

Die größten Quellwasserversorgungen, die bis auf die heutige Zeit an Wasserreichthum und Großartigkeit der Ausführung noch nicht übertroffen worden sind, finden sich in Rom und, allerdings theilweise in Ruinen, in allen größern durch die Römer gegründeten Städten. Der Stand der Kenntnisse erlaubte kein Heben des Wassers auf große Höhen, sowie auch zur Leitung des Wassers in Röhren und zur Ueberschreitung von Vertiefungen mittelst geschlossener Leitungen ein passendes Material mangelte. Dem Bedürfniß, überall und reichlich Wasser zu haben, wurde nichts destoweniger im vollkommensten Grade entsprochen. Es wurden Quellen in genügender Höhe aufgesucht und durch ihr natürliches Gefäll in die Städte geleitet, bei allen Thalübergängen durch großartige Bogenstellungen getragen. An wenigen Orten sind die Kosten dieser Bogenstellungen einigermaßen vermindert, indem das Wasser in bleierne Röhren gefaßt wurde, die in etwas geringerer Höhe ebenfalls auf einer Bogenstellung auflagen.

Rom wurde unter den Kaisern Nerva und Trajan durch 9 Wasserleitungen mit Wasser versorgt, welche dasselbe in verschiedener Höhe zuführten und verschiedene Stadtquartiere speisten. Die Länge der Leitungen wechselte zwischen 5 und 19 Stunden, betrug im Ganzen 86 Stunden, wovon zirka 10 Stunden aus Bogenstellungen, der Rest aus unterirdischen Kanälen bestand. Die höchste Leitung gelangte 10 Fuß über dem höchsten Hügel Roms in die Stadt. Im Innern vertheilte sich das Wasser in 247 Reservoire, von denen aus zu jeder Ausflußöffnung eine eigene Röhre führte. Die ganze Wassermenge betrug täglich zirka 55 Millionen Kubikfuß oder je nachdem man die Bevölkerung Roms auf 1,200,000 oder auf 560,000 anschlägt, zwischen 46 und 98 Kubikfuß per Kopf und Tag.

Trotz des großen Quantums öffentlichen Wassers und der gesetzlichen Bestimmung, daß eine Wasserberechtigung weder auf den Erben noch auf den Käufer eines Grundstückes übertragen werden könne, müssen sich einzelne Private einen allzu großen Theil des öffentlichen Wassers angeeignet haben, dessen Abtretung vielleicht auch hier mancher Behörde ein für den Augenblick wenig kostendes und daher bequemes Belohnungsmittel war. Der Kaiser Lenon sah sich genöthigt, alle und jede ertheilte Wasserrechtskonzessionen ungültig zu erklären, ohne daß der längste Besitz einen Rechtsgrund gegen die Rechte der Stadt bilden könne.

Das jetzige Rom benutzt einen Theil dieser alten Wasserleitungen, die theilweise von den Päpsten wiederhergestellt wurden; die Wassermenge beträgt bei 170,000 Einwohnern immer noch 39 Kubikfuß per Kopf und Tag. Daher denn auch der große Reichthum an Springbrunnen auf öffentlichen Plätzen und in den Privatpalästen.

Südfrankreich enthält zahlreiche Ueberreste der Wasserleitungen für die dortigen römischen Ansiedlungen, deren Bogenstellungen lange Zeit als unerreichte Wunder der Ingenieurkunst angestaunt wurden, welche uns jedoch hier nicht näher interessiren können.

Auch Lyon hatte vier große Wasserleitungen, von denen sich einige namentlich durch die erwähnte Benutzung geschlossener Bleiröhren zur Verminderung der Höhe der Thalüberschreitungen mittelst Bogenstellungen bemerkbar machen.

Selbst Genf, das im Uebrigen ausschließlich mit Rhonewasser versehen wird, besitzt noch einige Brunnen, welche durch die Ueberreste

einer alten römischen Wasserleitung mit Quellwasser gespeist werden und daher zum Holen des Trinkwassers vorzugsweise beliebt sind. Diese Leitung liegt allerdings ganz unter der Erde und weist keine großartigen Bogenstellungen auf.

In Berggegenden lag der Bezug von Quellwasser so nahe, daß man für das geringe Quantum, dessen man gewöhnlich bedurfte, sich fast ausschließlich mit jenem versah und eine entsprechende Zahl laufender Brunnen mit solchem versorgte. In ebenen Ländern dagegen war man durch die Natur mehr auf das Wasser der Pumpbrunnen und der Flüsse beschränkt und machte sich dasselbe durch Pumpwerke zu Nutze. Bloß einzelne vorzugsweise günstig gelegene Städte leiteten auch hier das Wasser aus entfernten Quellen zu, meistens in offenen Kanälen.

In England wurde namentlich durch die Veröffentlichungen des **Board of Health** das Bestreben auf Gewinnung von Quellwasser statt des Flußwassers geweckt und besonders noch durch die zunehmende Verunreinigung der Flüsse in Folge von Zuleitung des Abwassers der industriellen Gewerbe und des Spühlwassers aus den Abzugskanälen der meisten Städte unterstützt. Die allgemein werdende Durchführung des Schwemmsystemes mit unmittelbarer Ableitung des Kanalwassers in die Flüsse, sei es ohne alle Reinigung oder wenigstens nur mit einer sehr oberflächlichen Desinfektion mußte alle nicht sehr großen Flüsse zur Gewinnung von Trink- und Hauswasser schlechterdings untauglich machen.

Der **Board of Health** machte auf die Möglichkeit aufmerksam, durch Drainirung ausgedehnter Ländereien künstliche Quellen zu schaffen, und in einzelnen Theilen Englands boten die unbebauten Hügel selbst ohne ein künstliches Mittel ein genügendes Quellgebiet dar. So sind denn in den letzten Jahrzehnden die bedeutendsten Städte Lancashire's und Yorkshire's mit Wasser von dem Hügelland auf der Grenze dieser beiden Grafschaften versehen worden. Die Wasserversorgungen der Städte Manchester, Liverpool, Bolton, Preston, Bradford, Dewsbury, Huddersfield und unglücklichen Angedenkens auch Sheffield, bieten lehrreiche Beispiele von Quellwasserversorgungen in stark bevölkerten, gewerbreichen, zahlreiche Wasserwerke besitzenden Gegenden dar.

In Frankreich gab zuerst Dijon das Beispiel einer Quellwasserversorgung, dem nun zahlreiche andere Städte, namentlich Paris mit seinen beiden Leitungen der Dhuis und der Vanne,

die Städte Besançon und St. Etienne gefolgt sind. In Belgien besitzt Brüssel eine sehr schöne Quellwasserleitung. In Deutschland ist es namentlich Wien, das sich mit dem Projekt der Zuführung eines großen Quantums Quellwasser trägt, und in unserer Nähe ist in Basel schon eine solche Versorgung in Betrieb, während Bern sich noch mit Projekten dafür beschäftigt.

Bei allen diesen Quellwasserversorgungen treten ziemlich die gleichen Schwierigkeiten entgegen, allerdings je nach den verschiedenen Orten mit mehr oder weniger Gewicht. Es sind dieß die mit der Witterung und Jahreszeit wechselnde Ergiebigkeit der Quellen, die Trübung derselben durch heftigen Regen, die Schwierigkeit des Auffassens und der Zuleitung und namentlich auch die Benutzung, welche das Wasser gewöhnlich schon zu andern industriellen Zwecken gefunden hat.

Diese Schwierigkeiten sind an verschiedenen Orten in sehr verschiedener Weise überwunden worden.

Quellwasserversorgungen der Städte in Yorkshire und Lancashire.

Alle diese Anlagen beruhen im Wesentlichen auf den gleichen Grundsätzen, nämlich auf der Ansammlung des Wassers in hochgelegenen Reservoiren und der Ableitung durch das natürliche Gefäll. Sie weichen wesentlich von den auf dem Festlande ausgeführten Quellversorgungen ab, so daß man dieses System wohl das englische Versorgungssystem nennen kann.

Zwischen den beiden Grafschaften Yorkshire und Lancashire zieht sich ein Hügelland von Nord nach Süd, welches das Quellgebiet für die Wasserversorgungen der bedeutendsten Städte bis auf beträchtliche Entfernung bildet. Ganz von unserem schweizerischen Hügelland verschieden, wo man am oberen Rande eines Abhanges angelangt, in das jenseitige Thal zu sehen gewohnt ist, bildet hier der Gipfel der Hügel flache Rücken, welche sich weit ausdehnen und in beträchtlicher Entfernung wieder mit steilem Abhang in ein anderes Thal abfallen. Während die Thalgründe stark bebaut und bevölkert sind und längs der Bäche und Flüsse ein vom Wasser getriebenes industrielles Etablissement dem andern folgt, sind dagegen diese Rücken vollkommen kahl und unbebaut. Vergeblich sucht man auf ihnen irgend ein Zeichen der Kultur, einen Baum oder ein Gebüsch, die eine etwelche Abwechslung bil-

den würden. Es ist nichts zu sehen als Heidekraut, das der ganzen Gegend eine braunrothe Farbe gibt, und hie und da auf einer besonders hervorstechenden Höhe ein Jagdthurm, der den Jägern ein Obdach gewährt. Diese Heideflächen, Moorgründe genannt, bilden die beliebten Reviere für die Jagd auf Geflügel, welche ein Engländer mit Wohlgefallen betrachtet, sich an der Farbe des Heidekrautes ergötzend, während ein Schweizer die Abwechslung des Grüns der Wiesen und Wälder und die Mannigfaltigkeit der Formen seiner heimatlichen Hügel gar sehr vermißt. Die Hügel bestehen aus dem sogenannten Millstone-Grit, einem quarzigen Kohlensandstein, hie und da Schieferlager enthaltend, der selbst Wasser durchläßt, dagegen auf einem undurchlassenden Kalkschiefer aufliegt. Die tiefen Thäler mit steilen Abhängen geben zu Quellen Anlaß, indem das durch die Poren und Risse im Millstone-Grit versickerte Wasser durch die undurchlassenden Kalkschiefer aufgehalten, an deren Oberfläche in Quellen zu Tage tritt.

Durch das Heidekraut hat sich fast überall auf den Höhen eine ziemlich dicke Schicht schwarzer Heideerde gebildet, welche dem Torf ähnlich sieht. Ein Theil des Regenwassers wird durch diese Erdschicht wie von einem Schwamme zurückgehalten und tritt zuweilen schon nahe dem Gipfel der Hügel in kleinen Quellen zu Tage, deren Vorhandensein in dieser Höhe höchst auffallend ist. Diese Beschaffenheit der Oberfläche trägt neben den tieferen Quellen zur Ausgleichung der abfließenden Wassermenge bei, da durch sie das bei Regengüssen sofort oberflächlich abfließende Wasser vermindert wird.

Das Wasser dieser oberflächlichen Quellen, namentlich aber das bei Regenwetter oberflächlich abfließende erhält von der Heideerde eine braune Färbung, welche sich nachher nie ganz beseitigen läßt, ja sogar das Wasser der tiefern Quellen theilt in großen Massen angesehen diese Färbung, ist dagegen im Uebrigen sehr rein und geeignet zu Wasserversorgungen.

Vorstehende Eigenschaften machen diese Gegend sehr geeignet, als Fassungsgebiet für Wasserversorgungen zu dienen und gestatten, wie früher gezeigt, bis auf $^3/_4$ des ganzen Regenquantums, sei es an Quellwasser, sei es an oberflächlich abfließendem Wasser, aufzufangen. Die tiefen Thäler mit steilen Abhängen bieten den weitern Vortheil, daß die Anlage von Reservoiren zur Ansammlung des

Wassers sehr erleichtert wird, indem ohne große Schwierigkeit Querdämme erstellt werden können.

Die Anlage von Reservoiren ist für verschiedene Zwecke nothwendig.

Der Ertrag der Quellen ist nach der Witterung verschieden; während er zu nassen Zeiten vollkommen ausreichend ist, kann er zu trockenen Zeiten dem Bedarf nachstehen. Es wird daher der Ueberfluß jener Zeiten in Reservoiren gesammelt, um bei Tröckne benutzt zu werden. Der Inhalt dieser Reservoire dient daher als wirkliches Brauchwasser, wie in gewöhnlichen Zeiten die Quellen selbst. Hier tritt der Uebelstand ein, daß sich das Wasser durch das Stagniren an Sonne und Luft erwärmt, daher solche Reservoire sehr groß und tief sein müssen, wenn sie der Qualität des Wassers nicht Eintrag thun sollen. Dieselben heißen Vorraths- (store) Reservoire.

Da die Thäler stark bebaut und bevölkert und reich an industriellen Gewerben sind, werden auch die vorhandenen Wasserkräfte längs der Flüsse möglichst ausgenutzt, und es müssen dem Entzug selbst eines kleinen Quantums Wasser aus diesen Flüssen große Schwierigkeiten entgegenstehen. Dieselben werden noch durch die bestehenden Gesetze vermehrt, so daß bei jeder Anlage von Wasserversorgungen die Nothwendigkeit eintritt, den geschädigten Gewerben für das entzogene Wasser Ersatz zu verschaffen. Es geschieht solches meistens durch Benutzung des oberflächlich abfließenden Regenwassers, indem solches in Reservoiren gesammelt wird, aus denen es langsam und regelmäßig ausströmt. Bei Regenwetter schwellen Bäche und Flüsse schnell über den gewöhnlichen Stand, der nutzbar gemacht worden ist, an, so daß ein Theil des Wassers unbenutzt an den Wassergewerben vorbeifließt; dieser Theil kann daher ohne Schaden in Reservoiren angesammelt und bei niedrigem Wasserstand allmälig abgelassen werden, wobei der Ablauf so regulirt wird, daß er die Wassermenge eines Baches oder Flusses auf ein bestimmtes Maaß ergänzt, welches zum Voraus festgesetzt ist und dem regelmäßigen Gang der Wasserwerke entspricht. Dadurch wird der durch Ableitung des Quellwassers gestiftete Schaden aufgehoben, weßhalb diese Reservoire den Namen Kompensations-Reservoire tragen. Um das Wasserquantum zu bestimmen, das sie zu irgend einer Zeit abgeben müssen, ist in dem zu regulirenden Bache gewöhnlich ein Normalmaaß angebracht, be-

stehend entweder aus einem Ueberfallwehr von genau bestimmter Breite oder aus einer in einer Metallplatte angebrachten Oeffnung von genau bestimmter Größe und mit scharfen Rändern.

Die Qualität des Wassers in diesen Reservoiren ist ganz gleichgültig, ebenso deren Lage. Sie können daher ganz abseits der eigentlichen Wasserversorgung liegen, sobald nur ihr Wasser seinen Weg in den Fluß findet, der durch Entzug des Quellwassers verkürzt wird. Da wo sie neben den Vorrathsreservoiren liegen, bieten sie den Vortheil, daß solche Quellen und Bäche, welche sich gewöhnlich in letztere ergießen, aber bei Regenwetter trüb werden, in solchen Zeiten dem Kompensationsreservoir zugeleitet werden können.

Als Kompensationswasser wird gewöhnlich ein gewisser Theil des im betreffenden Quellgebiet fallenden und wirklich zum Ablauf kommenden Regens gerechnet, und zwar zirka $1/3$, wobei man annehmen kann, daß der gewöhnlichen Wassermasse der Flüsse in trockenen Zeiten gegenüber eher eine Verbesserung eintrete. Es bildet dieser Drittheil zirka einen Viertheil der ganzen überhaupt fallenden Regenmenge.

Eine dritte Art Reservoire sind die Dienstreservoire, service reservoirs, welche eigentlich erst später zur Besprechung kommen. Sie nehmen einen gewissen Wasservorrath, zur Ausgleichung der Wechselfälle in der Versorgung selbst auf, liegen gewöhnlich nahe an den Städten und bilden einen Bestandtheil des Leitungsnetzes. Das Wasser fließt ihnen aus den Quellen direkt oder aber aus den Vorrathsreservoiren zu.

Die verschiedenen Reservoire nehmen demnach eine wichtige Stelle in den Wasserversorgungen der englischen Städte ein. Schon zur Speisung der Kanäle und im Interesse der Wassergewerbe sind ihrer viele angelegt worden, und es hat sich, angeregt durch die für Wasserversorgungen immer wachsende Anzahl, ein bestimmtes System in ihrer Anlage ausgebildet, auf das hier etwas näher eingetreten werden soll.

Die Terraingestaltung bietet fast überall Gelegenheit, durch einen quer über ein Thal gezogenen Damm einen großen Raum als Reservoir zu gewinnen. Die steilen Abhänge lassen diese Dämme nicht zu lang werden, und das Gefäll der Thalsohle ist gewöhnlich so gering, daß mit einer Schwellhöhe von 80 bis 100 Fuß, welche gar nicht selten ist, die Wasserfläche eine bedeutende Ausdehnung erreicht. Der Abschlußdamm wird immer aus Erde erstellt, gegen oben mit

3füßiger, gegen unten mit 2- bis $2^1/_2$füßiger Böschung, einer Kronenbreite von 12 bis 15 Fuß, einer Höhe der Krone über dem Ablaufwuhr von 6 Fuß. Die Dichtung gegen den Wasserdruck geschieht durch einen Lehmdamm im Innern von nicht sehr bedeutender Dicke, der nicht bloß bis auf den natürlichen Boden, sondern in einem ausgehobenen Graben noch bis auf die Tiefe fortgesetzt wird, in welcher der Boden vollkommen wasserdicht wird. Bei einer großen Zahl solcher Dämme, ausgeführt durch den Ingenieur Mr. Leather in Leeds, hat der innere Lehmdamm gewöhnlich eine obere Dicke von 5 Fuß und auf jeder Seite einen Anzug von $^1/_{16}$, so daß er bei einer Dammhöhe von 80 Fuß unten 15 Fuß dick wurde. Vom natürlichen Boden an abwärts wurde die Lehmschüttung in gleich bleibender Dicke in einem Graben ausgeführt, der an einzelnen Reservoiren bis auf 70 Fuß Tiefe geht. Die Auffüllung zu beiden Seiten des Lehmdammes besteht aus gewöhnlicher Erde, welche nicht sehr sorgfältig aufgebracht und oft nicht einmal gestampft wird. Bei dem zusammengebrochenen Reservoir in Sheffield, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, wurde sogar die Auffüllung zu beiden Seiten mit Rollwagen ganz wie ein gewöhnlicher Eisenbahndamm und aus einem Material, das zum großen Theil aus Steinbrocken bestand, aufgeführt.

Bei dieser allgemein in Gebrauch gekommenen Art der Ausführung bildet der mittlere Lehmdamm eine dünne Wand, welche allein dem Wasserdruck Widerstand leistet, jedoch nicht genügende Festigkeit hat, für sich zu stehen, sondern durch die zu beiden Seiten angeschüttete Erde gehalten werden muß. Findet in letzterer eine ungleiche Senkung statt, so ist ein Bruch des Lehmdammes leicht denkbar und damit ein, wenn auch noch so kleiner Riß in demselben, durch den sich das Wasser anfangs in dünnem Faden, der sich jedoch beständig erweitert, seinen Weg bahnt, so allmälig die Erde außerhalb durchdringt und zu Rutschungen in derselben Anlaß gibt. Kommt es so weit, so verliert der Lehmdamm vollends seinen Halt und es muß ein Einsturz erfolgen. So kann ein anfänglich ganz geringes Schweißen im Laufe der Zeit durch beständige Auswaschung der Oeffnung zu einem Einsturz führen, und doch ist ein Verstopfen in der bedeutenden Tiefe fast unmöglich. Das Eintreiben eines Schachtes oder Stollens hilft nichts, da nach Vollendung desselben das Herausnehmen des Zimmerwerkes und die wasserdichte Auffüllung des hohlen Raumes nicht ausführbar ist. Es bleibt bloß

der Ausweg, einen offenen Graben bis auf die ganze Tiefe auszuhebeu und sorgfältig wieder einzustampfen.

Ebenso hat die Aushebung eines tiefen Grabens zur Herstellung des untersten Theil des Lehmdammes, durch das nothwendige starke und lange Pumpen oft eine Verschlechterung des Bodens zur Folge gehabt, welche durch die Erstellung des Lehmdammes nicht wieder aufgehoben wurde.

Veranlaßt durch das Unglück in Sheffield räth daher der mit Untersuchung der Ursache desselben beauftragte Ingenieur Rawlinson, dem Lehmdamm wenigstens $^1/_3$ der Höhe zur Dicke zu geben und auf beiden Seiten auserlesenes Material anzuschüten. Nach seinem Vorschlag würde bei 105 Fuß Dammhöhe die Kronenbreite 30 Fuß betragen, der Lehmdamm hätte oben 7 Fuß, am natürlichen Boden 42 Fuß Dicke. Daran würde auf jeder Seite unten 40′, oben 11′ dick auserlesenes Material angeschüttet und erst der Rest bis auf eine $2^1/_2$füßige Böschung thalabwärts und eine 3füßige thalaufwärts mit gewöhnlicher Erde aufgefüllt. Rawlinson hält sogar einen Damm, der durchweg aus gleichem, sorgfältig aufgefülltem, feinen Material besteht, für besser als einen solchen mit innerem Lehmdamm, wie denn auch eine große Zahl ungeheurer Reservoire in Indien und Ceylon, welche vor zirka 2000 Jahren erstellt wurden und theilweise jetzt noch im Gebrauch sind, nur durch einfache, sorgfältig aufgefüllte Erddämme abgeschlossen wurden. Die thalaufwärts gekehrte Seite der Dämme wird durch Steinpflasterungen gegen den Wellenschlag gesichert.

Durch solche Abschlußdämme wird ein größerer oder geringerer Theil eines Thales in einen künstlichen See verwandelt, der sich durch das von oben zufließende Wasser füllt. Zur Benutzung als Reservoir sind noch verschiedene andere Vorrichtungen nothwendig.

Der Ueberlauf, **Bye-wash**, soll ein Ueberfluthen des Dammes bei starkem Wasserzufluß verhindern. Er besteht aus einem Ueberfallwuhr von bestimmter Breite, gewöhnlich an einem Ende des Dammes, von dem aus ein gepflasterter Kanal zum Fuß hinunter führt, um jede Auswaschung und Gefährdung der Erdschüttung auf dieser Strecke zu verhindern. Eine Auswaschung des Pflasters könnte die übelsten Folgen haben, da der Damm selbst dadurch beschädigt würde, und zudem ist die Masse des überfließenden Wassers unter Umständen sehr groß, so daß es schwierig wird, einen so stark geneigten Ablauf vollkommen sicher zu stellen; man führt

denselben daher gewöhnlich stufenförmig in solidem Mauerwerk und an der wenigst gefährlichen Stelle, welche sich finden läßt, aus. Die Breite des Ueberlaufes muß so bemessen sein, daß selbst bei den stärksten Regenfällen die zufließende Wassermenge den Abfluß nicht in solchem Grade übersteigt, daß eine Ueberfüllung des Reservoirs bis nahe an die Krone stattfinden könnte.

Die Ablaßröhren, Outlet, dienen dazu, das nothwendige Wasser aus dem Reservoir zu ziehen. Gewöhnlich verfolgte man mit ihnen keinen andern Zweck und richtete sie in ihrer Weite auch nur demgemäß ein. An vielen Orten und so auch an dem verhängnißvollen Bradfield-Reservoir in Sheffield wurden einfach eine oder zwei gußeiserne Röhren quer durch den Damm gelegt, unten mit Schiebern geschlossen und rings mit Lehm umgeben, um sie ganz wasserdicht zu machen. Die Regulirung des Ablaufes geschah durch die untern Schieber. Diese Anlage hatte den augenfälligen Uebelstand, daß der Durchgang der Röhren durch den Lehmdamm eine ungleichmäßige Setzung und damit leicht Undichtheiten verursachte und daß der ganze Wasserdruck auf den Schiebern dahin wirkte, die Röhren aus einander zu ziehen und undicht zu machen.

Bei etwas größerer Sorgfalt wird deßhalb ein gemauerter Kanal unter dem Damme hindurchgeführt, in welchen die Ablaufröhren gelegt werden. Die Regulierschieber sind oberhalb des Lehmdammes angebracht und werden durch einen bis über die Wasserfläche hinaufreichenden Schacht gehandhabt, der jederzeit eine Untersuchung ermöglicht.

Auch hier werden durch den ungleichen Druck des Dammes noch leicht ungleiche Senkungen in dem gemauerten Kanal veranlaßt, welche dann ein Leckwerden des Reservoirs zur Folge haben.

Bei guten Anlagen sollen daher die Ablaßröhren ganz unabhängig von dem Abflußdamm in einen seitwärts durch den gewachsenen Boden getriebenen, solid ausgemauerten Stollen gelegt werden. Die Schwierigkeiten, welche sich einer solchen Anlage entgegenstellen, sobald dieselbe zu tief wird, lassen sich in etwas vermindern, wenn der Stollen ungefähr 25 Fuß über der Sohle des Reservoirs angelegt wird. Das unter dieser Höhe befindliche Wasser kann durch eine Heberröhre abgeführt werden, welche innen bis auf die Sohle des Reservoirs hinabreicht, außen um die nothwendige Druckhöhe tiefer ausmündet.

Bei einer vollkommenen Anlage werden alle Theile derart

angeordnet, daß man sie nach Belieben untersuchen und erneuern kann.

Die Wassermenge, welche den Reservoiren zuströmt, ist namentlich bei Kompensationsreservoiren häufig bedeutend größer als diejenige, welche durch die Ablaßröhren abfließen kann. Ein Leeren der Reservoire ist daher zu manchen Zeiten gar nicht möglich, zu andern ist solches wenigstens eine sehr langsame Operation. Befürchtet man irgend einen Unfall, so hat man kein Mittel, um solchem durch schnelles Ablassen vorzubeugen. Bei dem Bradfield-Reservoir in Sheffield wurde die bei gewöhnlichen Gewittern zufließende Wassermenge per Sekunde zu 540 Kubikfuß berechnet, durch die Ablaufröhren konnten bei vollem Druck per Sekunde bloß 84 Kubikfuß abgeleitet werden, der Wasserspiegel mußte daher unter allen Umständen über die Höhe des Ueberlaufes steigen. Selbst ohne Zufluß hätte die Leerung des Reservoirs mehrere Wochen gedauert. Dadurch erklärt sich der hülflose Zustand, in dem man sich befand, als eine Senkung des Abschlußdammes bemerkt wurde.

Dieser Gefahr wird vorgebogen durch Anlage eines Seitenkanales, bye channel, in welchem das Hochwasser abgeleitet werden kann, ohne daß es in das Reservoir gelangt. Es ist dieß ein Graben von entsprechender Breite längs des ganzen Reservoirs, der das von oberhalb und von der Seite zufließende Wasser aufnimmt und vermittelst Schleusen nur den Theil in das Reservoir gelangen läßt, der zu dessen Füllung nothwendig ist.

Ein solcher Seitenkanal kann bei Vorrathsreservoiren auch den Zweck haben, das von Quellen herrührende Wasser im Reservoir ganz von dem oberflächlich abfließenden Wasser getrennt zu halten. Bei dieser Anlage fließt letzteres nicht nur bei Hochwasser, sondern fortwährend durch den Seitenkanal ab.

Anderseits kann der Seitenkanal dazu bestimmt sein, das Quellwasser ohne Vermischung mit dem Reservoir-Wasser thalabwärts zu führen; bei Vorrathsreservoiren wird dieß höchstens den Zweck haben, das Wasser möglichst kühl zur Benutzung zu bringen und daher nur im Fall der Noth aus dem Reservoir entnehmen zu müssen. Bei Kompensationsreservoiren dagegen ist ein solcher Seitenkanal für das Quellwasser unbedingt nothwendig.

Die Seitenkanäle lassen sich somit nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, in zwei Klassen unterscheiden, in solche für Hochwasser und gewöhnliches Wasser überhaupt und in solche für das Wasser der Wasserversorgung.

Die Reservoire werden zuweilen in ihrer Bestimmung nicht genau aus einander gehalten und dienen oft als Kompensationsreservoir und Vorrathsreservoir zugleich. Die Grundzüge ihrer Anlage bleiben jedoch unverändert.

Bei Betrachtung der Wasserversorgungen der einzelnen Städte wird ersichtlich sein, welche große Ausdehnung diese Reservoiranlagen erhalten haben.

Liverpool.

Die Versorgung der Stadt Liverpool geschah bis zum Jahr 1847 durch eine Privatgesellschaft, deren Kapital sich zu 10 % verzinste, ausschließlich aus Schächten, in denen das Wasser aus dem Sandstein durch Pumpen emporgehoben wurde. Es bestanden sieben solcher Schächte von 130 bis 200 Fuß Tiefe. Im Jahr 1854 wurden aus solchen täglich 961,000 Kubikfuß Wasser gefördert und jetzt noch liefert der bedeutendste Schacht täglich über 500,000 Kubikfuß.

Im Jahr 1847 erhielt die Stadtgemeinde die Bewilligung, die Gesellschaft aufzulösen und die Wasserversorgung selbst zu übernehmen. So wurden unter dem Ingenieur Hawksley großartige neue Werke erstellt, welche seit 1857 in Betrieb sind.

Seit dieser Zeit wird der bedeutendste Theil des Wassers aus der Hügelgegend zwischen Bolton und Blackburn, dem Rivington Moor bezogen, dem westlichsten Ausläufer des Hügellandes dieser Gegend, mit dem sich dasselbe von 1700 Fuß Höhe über Meer vollkommen in die Ebene verliert. Auf zirka 1 Stunde Breite und 2 Stunden Länge sind hier die Moorgründe ganz mit Wasserwerken umgürtet, östlich liegen diejenigen der Stadt Bolton, westlich und nördlich diejenigen von Liverpool.

Die Anlagen zur Auffassung des Wassers bei den Liverpooler Wasserwerken haben eine Länge von ungefähr 6 Stunden, in 5 Reservoiren bestehend, 3 am obern, 2 am untern Ende, verbunden durch einen $2^1/_3$ Stunden langen offenen Kanal. Es wird auf diese Weise das Wasser von zirka 11,250 Jucharten aufgefaßt und zwar 78 % einer Regenhöhe von 39 Zoll per Jahr.

Die obere der beiden Reservoir-Gruppen besteht aus den Reservoiren **Upper Roddlesworth, Lower Roddlesworth, Rake Brook** von zusammen zirka 50 Jucharten Fläche; die untere aus 2 großen Reservoiren, dem **Anglezark**-Reservoir von 210 Jucharten und dem **Rivington**-Reservoir von 320 Jucharten Oberfläche. Der Gesammt-

inhalt dieser Reservoire beträgt 505 Millionen Kubikfuß. Alle sind gebildet, indem Thäler durch einen Erddamm abgeschlossen wurden. Sie dienen zugleich als Sammel- und als Kompensationsreservoire, welche alles Wasser aufnehmen. Dasselbe wird, da es bei Regenwetter selbstverständlich trübe und von der Haideerde stark gebräunt ist, so weit es für die Wasserversorgung selbst dient, am Auslauf in großen Filtrirbassins durch Sand filtrirt.

Es bestehen 6 solcher Filtrirbassins, jedes von 300 Fuß Länge und 100 Fuß Breite, die täglich 2 Millionen Kubikfuß Wasser liefern. Das Kompensationswasser im Betrage von $1^1/_3$ Million Kubikfuß täglich wird direkt aus den Reservoiren abgegeben. Der Gesammtinhalt der Reservoire reicht mithin auf eine Dauer von 150 Tagen aus.

Es wird später näher auf die Konstruktion der Filtrirbassins eingetreten werden.

Die beiden untersten Reservoire, welche nicht mehr in den kahlen Moorgründen, sondern in einer bewaldeten und bebauten Gegend liegen, bilden einen sehr anziehenden, von demjenigen der gewöhnlichen Reservoire ganz abweichenden Anblick und tragen wesentlich zur Verschönerung der an sich hübschen Gegend bei. Mit ihrer Ausdehnung von 210 und 320 Jucharten bilden sie förmliche Seen, von denen der kleinere etwas größer als der Türlersee und doppelt so groß wie beide Katzenseen, der größere ungefähr ein Drittheil des Pfäffikersees ist.

Von den Filtrirbassins in Horwich fließt das Wasser in einer eisernen Röhrenleitung von 3.7′ Durchmesser und zirka 8 Stunden Länge nach Liverpool in die dortigen Dienstreservoire, in denen es sich mit dem aus den Schächten gepumpten Wasser mischt.

Die Kosten für diese Reservoirversorgung haben zirka $22^1/_2$ Millionen Franken betragen oder wenn man die Wasserlieferung zu 2 Millionen Kubikfuß täglich anschlägt, $11^1/_4$ Fr. per Kubikfuß und Tag. Außerdem mußten aber noch die Werke der früheren Wasserversorgungsgesellschaft angekauft werden, so daß sich die Gesammtkosten auf $47^1/_2$ Millionen Franken belaufen. Mit Inbegriff des aus den Schachtbrunnen gepumpten Wassers beträgt die täglich gelieferte Wassermenge $2^3/_4$ Millionen Kubikfuß. Die Kosten für das Pumpen müssen kapitalisirt zu $2^1/_4$ Millionen Franken angeschlagen werden und steigern somit die Gesammtauslagen für $2^3/_4$ Millionen Kubikfuß auf $49^3/_4$ Millionen Franken oder auf zirka 18 Fr. per Kubikfuß täglich.

Rechnet man die Bevölkerung zu 600,000 Seelen, so betru-

gen die Kapitalauslagen zirka 79 Fr. per Kopf oder für die Reservoirversorgung allein 37½ Fr. Die Wassermenge beträgt zirka 4½ Kubikfuß per Kopf, drängt aber schon zu der Ueberzeugung, daß sie ungenügend sei.

Die drainirte Gegend bei Rivington ist schon so ausgenutzt, daß sie keine namhafte Ausdehnung der Werke mehr gestattet, was große Verlegenheiten bereiten dürfte. So taucht denn der schon 1846 von Ingenieur Rawlinson gemachte Vorschlag wieder auf, der damals wegen seiner Großartigkeit unberücksichtigt geblieben war. Darnach sollte das Quellgebiet des in Nord-Wales in dem Balasee entspringenden Flusses Dee zur Gewinnung des Wassers benutzt werden. Dieses Gebiet besteht aus kompaktem Felsen oder aus reinem Geschiebe und liefert daher ein so zu sagen ganz reines Wasser. Das ganze Quellgebiet, das benutzt werden sollte, umfaßt 210,000 Jucharten oder unter Zuzug des Gebietes des Nebenflusses Ceiriog 235,000 Jucharten. Die kleinste Wassermenge des Flusses Dee, welche als reines Quellwasser angesehen werden kann, beträgt bei Llangollen über 10 Millionen Kubikfuß täglich. Der Balasee in einer Länge von 1⅓ Stunden und einer Breite von ¼ Stunde bietet die schönste Gelegenheit zur Einrichtung eines Reservoirs, da bei einer Stauung um 6 Fuß, welche bei der engen Gebirgsschlucht leicht möglich ist, der Wasservorrath um zirka 333 Millionen Kubikfuß vermehrt würde. Bei einer Wasserentnahme von 3⅓ Millionen Kubikfuß täglich würde dieser Vorrath auf 100 Tage ausreichen. Weitere 300 Millionen Vorrath werden durch die Ermöglichung einer Vertiefung des See's um 6 Fuß erhalten. Der See liegt 500 Fuß über Meer. Die Wasserleitung würde 6 Stunden thalabwärts bei Llantisilio in der Nähe von Llangollen beginnen und eine Länge von 15 bis 17 Stunden erhalten. Die Höhe des Anfangspunktes wäre 300 Fuß, diejenige des Vertheilungsreservoirs 180 Fuß über Meer. Die Kosten wurden für 2 Millionen Kubikfuß täglich auf 11½ Millionen Franken, für 4⅓ Millionen Kubikfuß auf 22¾ Millionen Franken veranschlagt, somit auf zirka 5 Franken per Kubikfuß und Tag.

Bolton.

Ganz nahe an den Liverpooler Reservoiren, nur auf der östlichen Seite derselben Hügel liegen die Reservoire der Wasserversorgung von Bolton neben der Hauptstraße von Bolton nach Preston. Das Quellwasserreservoir näher der Stadt enthält 21 Millionen Kubikfuß, welche

bei einem täglichen Bedarf von 150,000 Kubikfuß für zirka 140 Tage ausreichen.

Der Belmontreservoir enthält 75 Millionen Kubikfuß Wasser und dient, wie mir schien, als Kompensationsreservoir. Dasselbe muß täglich 580,000 Kubikfuß liefern, so daß sein Gehalt für zirka 130 Tage ausreicht.

Manchester.

Diese Stadt war früher ebenfalls durch eine Privatgesellschaft mit Wasser versehen worden, das aus tiefen Schächten im rothen Sandstein gepumpt wurde. Dieser Bezug wurde jedoch ganz aufgegeben und die Werke durch die Stadt übernommen. Alles Wasser kommt aus dem Quellgebiet des Thales Longdendale, östlich von Manchester, längs der Eisenbahn von Manchester nach Sheffield. Eine Fläche von 20,000 Jucharten, oder doppelt so groß als das Quellgebiet der Liverpooler Wasserwerke ist hier für die Wasserversorgung erworben worden. In dem Longdendale liegt eine Reihe großer Reservoire über einander, von denen einige als Sammelreservoire, die andern als Kompensationsreservoire dienen. Der Gesammtinhalt der Reservoire wird nach ihrer Vollendung 660 Millionen Kubikfuß betragen. Der Ertrag der Quellen per Tag ist zirka 3 Millionen Kubikfuß. Die tägliche Wasserlieferung für die Versorgung war 1,850,000 Kubikfuß bei 500,000 Einwohnern, soll sich aber bei gänzlicher Vollendung auf 4 Millionen Kubikfuß täglich steigern lassen. Für Kompensationswasser war der Verbrauch anfänglich 6,800,000 Kubikfuß täglich, doch wurden nachträglich verschiedene Wasserwerke angekauft, um diesen Bedarf zu vermindern. Das erste Quellwasserreservoir liegt in gerader Linie ungefähr $3^1/_2$ Stunden von der Stadt entfernt. Die großen Reservoire in Longdendale liegen noch $^3/_4$ Stunden thalaufwärts, erstrecken sich auf eine Länge von zirka $1^1/_2$ Stunden und haben einen Flächeninhalt von je 100 bis 120 Jucharten. Das Quellwasser für die Wasserversorgung wird scharf von dem oberflächlich abfließenden, zur Kompensation dienenden Wasser getrennt gehalten und vor allen Verunreinigungen bewahrt.

Durch den in Wasserversorgungen besterfahrenen Ingenieur Batemann ausgeführt finden sich hier alle eben besprochenen Nebenanlagen in größter Vollkommenheit. Längs der Reservoire ist nicht bloß ein Nebenkanal zur Abhaltung des Fluthwassers von den gefüllten Reservoiren, sondern noch ein zweiter großentheils unterirdischer Nebenkanal für das Quellwasser ausgeführt. Letzterer nimmt das seitwärts zufließende Quellwasser auf, wobei an manchen Stel-

len die Einrichtung angebracht ist, daß solches nur bis zu einem gewissen Wasserstand in den Kanal gelangt, bei höherem Wasserstand dagegen, wo gewöhnlich eine Trübung stattfindet, solchen überschießt und seinen Weg weiter bis in den Fluthkanal oder in ein Reservoir verfolgt. Es würde zu weit führen hier die einzelnen, höchst sinnreichen Anlagen ausführlicher beschreiben zu wollen.

Schon im Jahr 1858 hatten die Auslagen der Stadt über 30 Millionen Franken betragen, obgleich die Werke damals noch nicht vollendet waren. Selbst im Jahre 1864 war das oberste Reservoir noch in Arbeit, da dasselbe bis dahin nie wasserdicht gewesen war trotz der Kunst und Sorgfalt, welche bei der ganzen Baute waltete. Es wurde damals ein neuer Damm geschüttet und der Ablaß in einem Stollen erstellt, der durch den anliegenden Bergabhang getrieben wurde.

Die Auslagen für die Reservoirversorgung sollen $21^1/_4$ Million Franken betragen oder bei 600,000 Einwohnern zirka 35 Fr. per Kopf. Mit Inbegriff des Ankaufs der alten Werke betragen die Auslagen $37^1/_2$ Million Franken, somit $62^1/_2$ Fr. per Kopf und 9 Fr. per Kubikfuß täglicher Wasserlieferung.

(Manchester Corporation Waterworks Bill. Proceedings before Committee 1858.) (Bateman Metropolis Water Supply 1865.)

Sheffield.

Die Wasserwerke dieser zirka 200,000 Einwohner zählenden Stadt sind durch das große Unglück bekannt geworden, das durch das Einbrechen eines neuen Reservoirs im Jahr 1864 verursacht wurde.

Schon von früher her bestanden einige Reservoire, die durch 2 große neue verstärkt werden sollten, um das Quellgebiet mehr als zu verdoppelen.

Die ganze Anlage wird in ihrer Vollendung aus nachstehenden Reservoiren bestehen:

Name der Reservoire.	Quellgebiet. Juchart.	Oberfläche. Juchart.	Inhalt. Kubikfuß.	Dammhöhe. Fuß.
Redmire-Reservoire				
Ober-	5,014	63	58,000,000	56
Mittel-		54	32,000,000	51
Unter-		31	23,000,000	41
Rivelin-Reservoire				
Ober-		11	8,000,000	41
Unter-		33	29,000,000	61
Bradfield-Reservoire				
Dale Dike und Strines	4,833	88	120,000,000	96
Agden	3,188	73	105,000,000	96
	13,035	353	375,000,000	

Die sämmtlichen Reservoire werden durch Erddämme gebildet, an dem Dale Dike-Reservoir wurde im Jahre 1864 noch gebaut, doch war dasselbe vor dem Unglück gefüllt, das Agden-Reservoir war noch nicht im Gebrauch, sondern es wurde erst der Damm geschüttet.

Nachdem das Dale Dike-Reservoir sich im Anfang März 1864 ganz gefüllt hatte, brach am 11. März Nachts halb 12 Uhr der Abschlußdamm plötzlich zusammen und es entleerte sich die ganze im Reservoir enthaltene Wassermenge in Zeit von weniger als einer Stunde. Das Thal ist vom Reservoir abwärts auf etwa 2 Stunden Länge ziemlich eng mit einem Gefäll der Sohle von zirka 13' auf 1000. Die Geschwindigkeit der Strömung erreichte hier 26½' per Sekunde oder ungefähr 6 Wegstunden pro Zeitstunde und die abfließende Wassermenge betrug 40,000 Kubikfuß pro Sekunde, das dreifache der Wassermenge der Limmat bei Hochwasser. Unter diesen Umständen war die Kraft der Strömung ungeheuer, alles was im Wege stand wurde weggewaschen und Steine bis auf 600 Zentner im Gewicht mit fortgerissen. Die zahlreichen Wasserwerke wurden ganz zerstört, manche so, daß nachher weder von den Gebäuden noch von den Maschinen irgend eine Spur aufzufinden war. Der bloße Anblick an sich, wenn man keinen Begriff von der frühern Bebauung hatte, war allerdings nicht so schrecklich, finden sich ja auch in unsern Bergen längs der Wildbäche häufig angegriffene Ufer und umgerissene Bäume. Erst wenn die mit der Gegend bekannten Begleiter auf alle jene Stellen hinwiesen, wo Wasserwerke und Häuser gestanden hatten, von denen nun gar nichts mehr zu erblicken war, machte die Größe des Unglücks einen um so ergreifenderen Eindruck. In Owlerton, einer Vorstadt Sheffields, erweitert sich das Thal, die Strömung verlor daher hier in etwas von ihrer Kraft, so daß sie die im Wege stehenden Gebäude nicht mehr gänzlich zerstörte. Immerhin erreichte sie an einzelnen Stellen auch hier noch eine Tiefe von 9 Fuß, riß Gebäude mehr oder weniger fort, häufte an einzelnen Stellen große Massen mitgeführter Bäume und Balken auf, ließ an andern, namentlich aber in den Erdgeschossen der nicht fortgerissenen Häuser einen tiefen Schlamm liegen.

Da dieses Ereigniß mitten in tiefer Nacht eintrat, ohne daß irgend eine Benachrichtigung der Bewohner möglich gewesen war, befanden sich dieselben alle in tiefem Schlaf und wurden entweder

sammt ihren Häusern fortgerissen oder sahen die untern Stockwerke voll Wasser, dessen unerklärliches Steigen und Tosen sie mit Todesangst erfüllen mußte. 238 Personen fanden im Wasser ihren Tod und es wurde ein schätzbarer Schaden im Betrag von $6^1/_2$ Millionen Franken angerichtet, ungerechnet die nicht direkt zu schätzenden Beschädigungen und Verluste, welche unmöglich auch nur annähernd angegeben werden können.

Von dem Damm des Reservoirs, der zirka 110,000 Schachtruthen Kubikinhalt hatte, wurden in wenig mehr als einer halben Stunde 25,000 Schachtruthen fortgerissen.

Dieser Damm hatte in der Krone eine Länge von 1254 Fuß, eine Breite von 12 Fuß, Böschungen von $2^1/_2$ zu 1, eine größte Höhe von 95 Fuß, die Breite des Fußes in der Thalsohle betrug an der breitesten Stelle über 500 Fuß. Die Dichtung war nach dem gewöhnlichen Verfahren durch einen Lehmdamm bewirkt mit einer obern Breite von 4 Fuß, einer untern von 16 Fuß. Der mit Lehm gefüllte Graben unter dem Reservoir soll an einzelnen Stellen bis auf 60 Fuß Tiefe ausgehoben worden sein. Durch den Fuß des Dammes führten 2 gußeiserne Ablaßröhren von $1^1/_2$ Fuß Durchmesser, inwendig in einem gemauerten Einlauf beginnend, außen in einem Schleusenhaus aufhörend. Die Regulirschieber befanden sich hier auf der äußern Seite.

Die Ausführung des Dammes, welche von 1858 bis 1864 dauerte, geschah theilweise, namentlich was den Lehmdamm betrifft, sorgfältig, theilweise mit unbegreiflicher Sorglosigkeit. Während beim Beginn das zufließende Wasser seitwärts am Bergabhang durch einen Parallelkanal abgeleitet worden war, wurde dieser Kanal im Juni 1863 durch ein Hochwasser zerstört und das Reservoir füllte sich bis auf eine Tiefe von 50 Fuß. Obgleich nun die Vollendung des Dammes erst im April 1864 vorauszusehen war und zum Abzug des ganzen Zuflusses bloß die beiden Röhren im Fuß des Dammes dienten, wurde jener Parallelkanal nicht wieder erstellt, sondern durch Ausgrabungen noch ganz zerstört. Wäre während dieser Zeit ein heftiges Gewitter eingetreten, so hätte nothwendig der unvollendete Damm überfluthet werden und ein ähnliches Ereigniß eintreten müssen wie später nach Vollendung des Dammes. Mit gleicher Sorglosigkeit wurde bei der Auffüllung des Dammes neben dem Lehmwall verfahren, indem Steinschutt und Erde auf Rollwagen zugeführt und über hohe Böschungen ausge-

kippt wurden. Alle großen Steine rollten dadurch an den Fuß der Auffüllung, hier eine nichts weniger als wasserdichte Schicht bildend. Einzig der Lehmdamm mußte dem Wasser Widerstand leisten, war aber an sich so dünn, daß er einem Druck von über 90 Fuß Wasserhöhe selbst im vollkommensten Zustand kaum Widerstand leisten konnte.

So brach denn auch der Damm zusammen. Nach der Ansicht der einen Experten lag der Grund hievon darin, daß entweder beim Durchgang der Röhren durch den Lehmdamm eine Undichtheit entstand, oder daß sich das Wasser unter dem Lehmdamm hindurch seinen Weg bahnte, oder endlich daß durch eine Senkung in den Auffüllungen zu beiden Seiten des Lehmdammes irgendwo ein Riß in solchem veranlaßt wurde. In allen diesen Fällen gelangte Wasser in den Fuß der Auffüllung außerhalb des Lehmdammes, verursachte hier bedeutende Senkungen und Rutschungen und beraubte den Lehmdamm selbst seiner Unterstützung, so daß er den Rutschungen der äußern Auffüllung nachfolgte und vom Wasser überfluthet wurde. Nach der Meinung der Experten der Wasserversorgungs-Gesellschaft hätte das Terrain unter dem Damme nachgegeben und wäre hier eine Rutschung erfolgt, die das Einbrechen des Dammes nach sich gezogen hätte, ohne daß dessen Konstruktion dabei ins Spiel gekommen wäre. Einem Unbetheiligten, der den Querschnitt des durchbrochenen Dammes und namentlich den im Bau begriffenen Damm des Agden-Reservoirs sah, mußte sich nothwendig die erstere Erklärung aufdrängen.

Im gleichen Sinne lautete denn auch der Ausspruch der Todtenschau, nämlich daß keine einzelne Person für das große Unglück verantwortlich gemacht werden könne, daß aber bei der Ausführung dieses großen Werkes nicht die Kunst und Aufmerksamkeit angewendet wurde, welche dessen Wichtigkeit entsprach.

Als sich in der Auffüllung auf der äußern Seite des Dammes am Spätabend des 11. März ein Riß zeigte, der Setzungen ankündete, und der leitende Ingenieur, davon benachrichtigt, auf den Platz eilte, war er bei der schrecklichen Aussicht eines Einbruches ohne irgend welche Hülfsmittel zur Verhinderung. Der Stand des Wassers im Reservoir ließ sich durch Oeffnen der Ablaufröhren selbst bei schwachem Zulauf nur unmerklich senken. Um wenigstens ein Zunehmen des Wasserdruckes bei fortdauerndem Steigen und damit ein Wachsen der Gefahr für Vergrößerung der Risse zu be-

seitigen, versuchte man noch die oberste Schicht des Ueberlaufs mit Pulver zu sprengen und so den Wasserspiegel im Reservoir zu erniedrigen. Wie unendlich klein erschienen aber später die paar zersprengten Steine gegenüber der furchtbaren Oeffnung, welche die Gewalt des Wassers in wenigen Minuten in dem Damm veranlaßt hatte. Als der erste Schuß gesprengt wurde, war schon der Durchbruch erfolgt. Jener Riß war der Vorbote einer Senkung des Dammes gewesen, die so weit ging, daß das Wasser über seine Krone weg in den Riß strömte und sich nun augenblicklich unbeschränkten Ausweg bahnte. Jetzt war keine Zeit mehr warnende Boten thalabwärts zu schicken.

Dieses Ereigniß veranlaßte allgemeinen Schrecken, die zahlreichen, aus ähnlichen Reservoiren versehenen Städte glaubten sich von ähnlichem Unglück bedroht und veranlaßten Untersuchungen der Dämme. Zahlreiche Besucher eilten an die Unglücksstätte und verbreiteten dieß beunruhigende Gefühl weiter und es mochte scheinen, als ob das System großer Reservoire, in der gewöhnlichen Weise erstellt, für die Zukunft aufgegeben würde, jedenfalls aber jener andere noch in Ausführung begriffene Damm des Agden-Reservoirs, der sich von dem eingebrochenen in keiner Weise unterscheidet, unter keinen Umständen in gleicher Weise ausgebaut werden dürfe.

Sofort erhob sich auch die Rechtsfrage, wer den angerichteten Schaden bezahlen müsse. Die Jury hatte, wie oben bemerkt, den Spruch gefällt, daß Niemand für den Tod der Verunglückten persönlich verantwortlich sei. Nach diesem Spruch hätte die Gesellschaft auch für den übrigen Schaden kaum zur Entschädigung gezwungen werden können, da nach dem gewöhnlichen Verfahren Nachlässigkeit nachgewiesen werden mußte, wenn nicht eine besondere Parlamentsakte für diesen speziellen Fall diesen Nachweis unnöthig erklärt hätte. Im übrigen enthielt dagegen diese Akte nichts, was die Stadt gegen ferneren Schaden sicher gestellt hätte, sondern sie vermehrte eher noch die Privilegien der Wasserversorgungsgesellschaft. Letztere schlug ein Angebot der Stadtbehörde auf Ankauf der Wasserwerke ab, erhöhte dagegen den Wasserzins für die Dauer von 25 Jahren um 25 %, bezahlte hieraus den Schadenersatz, ermöglichte es auch im Jahre 1865 wiederum die bisherigen 5 % Dividende an die Aktionäre zu bezahlen und leistete so deutlich den

Beweis, daß die Verantwortlichkeit für die verschiedenen Anlagen faktisch von der Gesellschaft abgeschüttelt werden konnte.

Gestützt auf das Gutachten einiger bekannter Ingenieure, welche den Dammbruch nicht der Art der Ausführung, sondern einem durch die Beschaffenheit des Untergrundes veranlaßten und nicht zum Voraus zu erkennenden Erdschlipf zuschrieben und erklärten, es könne der Damm des Agdenreservoirs ohne Gefahr wie begonnen vollendet werden und trotz der Protestationen der Stadtbehörden, welche die Gutachten der Regierungsexperten und einer Menge anderer erfahrener Ingenieure auf ihrer Seite hatten, die alle einen Hauptgrund des Unglücks in der mangelhaften Anordnung und Ausführung der Bauten sahen, machte sich die Gesellschaft an den Ausbau des Agdenreservoirs und verweigerte den Behörden alle Auskunft über allfällige Abänderungen. Die meisten Experten wurden durch den ganzen Vorgang zu dem Rathe veranlaßt, daß so großartige Wasserwerke in den Händen der Stadtbehörden liegen sollten nach dem Beispiel Liverpools, Manchesters, Glasgows und zahlreicher anderer Städte. (**Report Sheffield Reservoirs 1866.**)

Bradford.

Es ist dieß eine blühende Stadt in Yorkshire, welche schon bei der Zählung von 1851 über 100,000 Einwohner hatte. Ihre Wasserversorgung war durch den Ingenieur Leather angelegt worden, der die verhängnißvollen Sheffielder Reservoire entworfen hatte. Als daher eines der letztern einbrach, mußte sich der Bewohner Bradfords nothwendig große Unruhe bemächtigen und es wurden die sämmtlichen Reservoire einer Untersuchung unterworfen. Diese ergab, daß sie mit größerer Sorgfalt als diejenigen in Sheffield angelegt seien, daß besser für den Abfluß aus dem Reservoir und allfällige Entlastung gesorgt sei, daß die Ablaufröhren in gemauerten Kanälen liegen und daß ihre Schieber nicht am untern Auslauf, sondern oberhalb des Lehmdammes in einem bis über Wasser reichenden Schacht angebracht seien. Aber auch hier waren einige Reservoire nicht vollkommen dicht, indem das Wasser theils durch den Lehmdamm, theils unter ihm hin seinen Weg fand, nämlich bei dem Barden-Reservoir mit 87 Fuß hohem Damm und dem Doe Park-Reservoir mit 61 Fuß hohem Damm. Beide waren im Jahr 1864 leer und befanden sich in Reparatur, die aber wegen der früher angeführten Schwierigkeiten fast unmög-

lich gehörig ausgeführt werden konnte. Das weiteste Reservoir liegt 7 Stunden von der Stadt Bradford entfernt.

Nachstehendes ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Reservoire dieser Wasserversorgung:

Name der Reservoire.		Fläche des Quellgebietes. Jucharten.	Kubikinhalt der Reservoire. Jucharten.	Kubikfuß	Dammhöhe in Fuß.	Tiefe des Lehmgrabens in Fuß.
Grimwith,	Kompensation	7870	106	107,000,000	84	67
Barden,	Vorrathsreservoir	2934	74	74,000,000	87	61
Chelkee,	dito	1350	63	42,000,000	46	25
Silsden,	Kompensation	2250	28	39,000,000	95	42
Stubden,	Vorrathsreservoir	1010	12	14,000,000	83	62
Doe Park	Kompensation	2136	22	19,000,000	61	73
Hewendon,	dito	3260	22	12,000,000	49	—
Heaton,	Dienstreservoir	—	9.3	5,000,000	40	20
Wikhley Hill,	Dienstreservoir	—	1.3	500,000	18	—
Upper Chellow,	Vorrathsreservoir	—	9	8,000,000	56	—
Lower Chellow,	Vorraths- und Dienstreservoir	—	6	5,000,000	47	—
	Total	20,810	353	325,500,000		

Dewsbury.

Es werden nicht nur große Städte wie die bisherigen durch solche Reservoiranlagen mit Wasser versehen, sondern dieselben finden sich auch bei kleinern. So wurde im Jahr 1857 von dem Ingenieur M. Morgan eine ähnliche Wasserversorgung für die Stadt Dewsbury mit zwei Nebenstädten, welche sich zu diesem Zwecke vereinigt hatten und zusammen zirka 40,000 Einwohner zählen, angelegt.

Das Wasser wurde in zirka 4 Stunden kürzester Distanz an den Quellen des nach Sheffield fließenden River Don gefaßt, das benutzte Quellgebiet beträgt 2100 Jucharten. Die Anlage besteht in einem großen Kompensationsreservoir neben Dunford Bridge, von 120 Jucharten Fläche und 76 Fuß Dammfläche und einem weiter thalabwärts liegenden Sammelreservoir von 21 Jucharten Fläche und 46 Fuß Dammhöhe. Das Quellwasser wird in offenen Graben aufgefangen und längs der Abhänge sowie quer über den Staudamm des Kompensationsreservoirs geleitet und gelangt erst am Ende des letztern in einen gemauerten und überwölbten Kanal, der sich der Berglehne nachzieht, theilweise und zwar bei Thalübergängen in gußeiserne Röhren, in denen es im Druck steht. Die

ganze Leitung hat eine Länge von zirka $8^1/_2$ Stunden und ein Gefäll von 1 bis 3 pro mille.

Die Anlage war auf $3^1/_4$ Millionen Franken veranschlagt oder per Kopf auf zirka 80 Franken

Im Jahre 1864 war das große Kompensationsreservoir leer, da dasselbe ebenfalls nicht wasserdicht gewesen war und nun reparirt werden sollte. Auch da war man nahezu rathlos, wie die Reparatur vorzunehmen sei, ohne einen großen Theil des Dammes wieder abzutragen.

Huddersfield.

Diese Stadt ist auf ähnliche Weise mit Wasser versehen, und eines ihrer Reservoire gab im Jahr 1852 zu einem ähnlichen Unglück Anlaß, wie das Dale-Dike-Reservoir in Sheffield. Nach andauernd nasser Witterung wurde nämlich am 5. Februar 1852 der Damm des oben an der Ortschaft Holmfirth gelegenen Bilbury-Reservoirs vom Wasser durchbrochen, durch die Wasserfluth 90 Menschen getödtet und Eigenthum im Werth von $12^1/_2$ bis 20 Millionen Franken verwüstet, sowie gegen 7000 Fabrikarbeiter ihres Erwerbes beraubt.

Die nachstehende Uebersicht zeigt schließlich, welch große Flächen als Quellgebiet für Wasserversorgungen in Anspruch genommen werden und wie ausgedehnt und wasserreich die verschiedenen Reservoire sind.

Bezeichnung der Stadt.	Zahl der Einwohner.	Fläche des Quellgebietes. Jucharten.	Fläche der Reservoire. Jucharten.	Kubikinhalt der Reservoire. Kubikfuß.
Liverpool	600,000	11,250	562	505,000,000
Manchester	600,000	20,000	—	660,000,000
Sheffield	200,000	13,035	353	375,000,000
Bradford	105,000	20,810	353	325,000,000
Bolton	61,000	—	—	96,000,000
Dewsbury	40,000	2,100	59	—

Als Maaßstab zur Beurtheilung können noch die Flächen nachstehender kleiner Seen in der Umgebung Zürichs dienen:

Katzensee (beide Theile)	106	Jucharten,
Türlersee	140	„
Pfäffiker See	920	„
Greifensee	2360	„

Die vorgekommenen Unfälle haben das System der Quellversorgungen mit Reservoiren keineswegs in Mißkredit gebracht,

dasselbe wird fortwährend als ein sowohl in sanitarischer als ökonomischer Hinsicht zweckmäßiges angesehen. Dagegen lehren diese Erfahrungen, daß bei solchen Konstruktionen mit mehr als gewöhnlicher Sorgfalt verfahren werden muß. Wie das in England in Aufnahme gebrachte System der Röhrenkanäle bei mangelhafter Ausführung schädlich und unheilbringend wirken kann, bei guter Ausführung aber große Vortheile und Ersparniß gewährt, ist dasselbe bei den Reservoiren mit Erddämmen der Fall. Ein Beweis dafür liegt darin, daß es sich selbst in dem schwer heimgesuchten Sheffield nicht um ein Aufgeben dieses Systems handelt, sondern nur um eine Aenderung in der Art der Ausführung, welche Garantie gegen ähnliche Unfälle gewähren sollte, und daß die gegenwärtig für Verbesserung der Wasserversorgung Londons zu Tag tretenden Projekte sich alle auf dieses Reservoirsystem stützen.

London.

Bei ihrer Großartigkeit mögen diese Projekte den Schluß der Betrachtung der englischen Quellwasserversorgungen bilden.

Nach dem Projekte von Mr. J. F. Bateman würde das Wasser auf nicht weniger als 54 Stunden geradliniger Entfernung aus Wales zugeführt. Dort wären zwei Drainirungsgebiete im Stande, jedes einzelne $18\frac{1}{2}$ Millionen Kubikfuß Quellwasser täglich zu liefern. Das nördliche Gebiet umfaßt zirka 74,000 Jucharten, liegt östlich der 3000 Fuß hohen Gebirge Cader Idris und Aran Mowddy im Quellgebiet der Flüsse Vanw und Vyrnwy, die sich zwischen Welshpool und Shrewsbury mit dem Severn vereinigen. Das südliche Gebiet, ungefähr von demselben Quadratinhalt, liegt östlich des 2500 Fuß hohen Berges Plynlimmon im Quellgebiet des Flusses Severn selbst. Der Auslauf des niedrigsten Reservoirs beider Gebiete würde 450 Fuß über dem Themsehochwasser liegen.

In diesen Gebieten würde das Wasser durch mehrere große Reservoire aufgefaßt, welche theils zur Lieferung des Kompensationswassers in die Flüsse, theils zur Lieferung des Brauchwassers selbst dienen. Dabei wird in trockenen Jahren auf 60—65″ wirkliche und 30″ nutzbare Regenhöhe gerechnet. Nachstehende Zusammenstellung zeigt den Umfang dieser Anlagen.

Gebiet.	Quell-gebiet.	Nutzbare Regen-höhe.	Disponibles Wasser.	Kompensations-wasser per Tag.	Lieferung in die Stadt per Tag.	Einzelnheiten der Reservoire. Höhe des Dammes.	Fläche.	Wassergehalt.
	Juchart.		Kubikfuß.	Kubikfuß.	Kubikfuß.	Fuß.	Juchart.	Kubikfuß.
I. River-Vyrnwy- und Banw-Zweig.								
River-Vyrnwy.								
1. Llanwddyn-Reservoir	25,000					77	1,100	1,150,000,000
Das unterhalb dieses Reservoirs in den Fluß Vyrnwy fließende Wasser aus einem Gebiet von zirka 12,200 Jucharten soll in das Rhyd-e-Gro-Reservoir am Flusse Banw abgeleitet werden. Das Quellgebiet des Vyrnwy beträgt im Ganzen 37,200 Jucharten.		3 Fuß						
River-Banw.								
2. Reservoir in Can-Office	17,000					81	900	990,000,000
Derselbe nimmt außer dem eigenen Wasser noch das Ueberwasser von 14,000 Jucharten am Nant-e-Eira-fluß auf.								
3. Reservoir in Rhyd-e-Gro	18,500					81	675	770,000,000
welches noch das Wasser von 12,200 Jucharten am Vyrnwy aufnimmt.								
4. Reservoir am Nant-e-Eira-Fluß	14,000					81	225	270,000,000
mit Ableitung des Ueberwassers in das Reservoir in Can-Office.								
Total	74,500		25,000,000	6,250,000	18,750,000		2,900	3,180,000,000
II. River-Severn-Zweig.		3 Fuß						
5. Clywedog-Fluß	15,000					71	225	230,000,000
6. Dulas-Fluß	17,000						225	230,000,000
Das Ueberwasser von beiden würde in das Trefeglwys-Reservoir abgeleitet.								
Carno-Fluß	19,500							
Das Wasser wird ganz in das Trefeglwys-Reservoir geleitet.								
7 Tyrannon- und Ceryst, Trefeglwys-Reservoir . . .	20,500					77	1,800	2,340,000,000
Total	72,000		24,000,000	6,000,000	18,000,000		2,250	2,800,000,000

Aus Obigem geht hervor, daß nach Abzug des zu einem Viertheil des nutzbaren Regenfalles berechneten Kompensationswassers die Reservoire nachstehenden Vorrath von Brauchwasser für die Stadt enthalten:

	Kubikfuß per Tag.	
	für 120 Tage	für 140 Tage
vom Vyrnwy und Banw-Zweig	20,000,000,	17,000,000
vom Severn-Zweige	17,500,000,	15,000,000
zusammen	37,500,000	32,000,000

alles ungerechnet das während dieser Zeit in die Reservoire fließende Wasser der verschiedenen Bäche, dessen Durschnitt $3^1/_2$ bis 5 Millionen Kubikfuß täglich beträgt.

Obgleich die Dämme der Reservoire nur zu 75 bis 80 Fuß Höhe angenommen sind, fassen letztere doch eine sehr große Wassermenge, das Treseglwys-Reservoir bei 75 Fuß Dammhöhe 2340 Millionen Kubikfuß. Das Llanwddyn-Reservoir wird bei 75 Fuß Dammhöhe einen See von $1^2/_3$ Stunden Länge, das Can-Office-Reservoir bei 80 Fuß Dammhöhe einen solchen von $1^1/_3$ Stunden Länge bilden.

Von dem untersten Reservoir beider Zweige gehen getrennte Leitungen in einer Länge von $6^1/_3$ und 7 Stunden an den Vereinigungspunkt in der Nähe von Montgomery, wo die Hauptleitung beginnt. Diese hat bis zu den Vertheilungsreservoiren, welche noch zirka 3 Stunden von der Stadt entfernt liegen, eine Länge von $50^2/_3$ Stunden. Der ganze Abstand des untersten Reservoirs am Vyrnwy und Severn von der Stadt beträgt 60—61 Stunden.

Für die Leitungen werden theils halbrunde offene, theils überwölbte, gemauerte Kanäle vorgeschlagen, bei den Thalübergängen Röhren. Bei den Zuleitungen, welche für 20 Millionen Kubikfuß täglich berechnet sind, ist für die offenen Strecken die Weite zu 22', die Tiefe zu 8', das Gefäll zu $^1/_{10}$ pro Mille, für die gewölbten Strecken die Weite zu $12^1/_2$', die Tiefe zu 8', das Gefäll zu 0.22 pro Mille angenommen. Bei der Hauptleitung, die für 37 Millionen Kubikfuß täglich dienen soll, beträgt in den offenen Strecken die Weite 26.4', die Tiefe 10', das Gefäll $^1/_{10}$ ‰, in den gewölbten Strecken die Weite 16.5', die Tiefe 10', das Gefäll 0.22 ‰. Die Vertheilungsreservoire würden 250' über dem Hochwasser der Themse liegen und den vollen Bedarf für 10 Tage

enthalten. Sie würden mit den verschiedenen Leitungsnetzen der bestehenden Wasserversorgung verbunden, um diese unverändert nutzbar zu machen. Es wird vorgeschlagen, erst das eine Quellgebiet zu benutzen, daher auch nur eine der Zweigleitungen zu erstellen und erst mit dem steigenden Wasserbedarf das ganze Projekt durchzuführen. Die Hauptleitung würde in den gemauerten Theilen sofort ganz, in den durch Röhren gebildeten Thalübergängen nur je nach Bedürfniß erstellt.

Die Kosten werden veranschlagt wie folgt:

Reservoire und übrige Anlagen an den Flüssen Byrnwy und Banw, nebst Zuleitung zum Hauptkanal mit Landankauf und übrigen Kosten	Fr.	27,500,000
Hauptkanal bis nach London mit der Röhrenverbindung in die Stadt	„	146,500,000
Vertheilungsreservoire und Anschluß an die alten Leitungen	„	12,500,000
Zinse während der Bauzeit, Verwaltung, Verschiedenes	„	28,500,000
Total für die anfängliche Anlage für 20 Millionen Kubikfuß täglich	Fr.	215,000,000
Kosten der spätern Ausdehnung:		
Reservoire und Werke im zweiten Quellgebiet nebst Zuleitung	„	27,500,000
Vergrößerung der Thalübergänge in der Hauptleitung	„	13,750,000
Vergrößerung des städtischen Röhrennetzes, Vertheilungsreservoire, Zinsen, Verwaltung 2c.	„	15,000,000
Total für die vollendete Anlage mit 37 Millionen Kubikfuß täglicher Lieferung . . .	„	271,250,000

Nimmt man an, daß bis zum Eintritt des ganzen Bedarfs die Bevölkerung auf $4^1/_2$ Millionen Einwohner gestiegen sei, so würden die Kosten zirka 60 Fr. per Kopf oder per Kubikfuß täglicher Wasserlieferung 7.33 Fr. betragen.

Für Auslösung der bestehenden Gesellschaften wird eine jährliche Ausgabe von Fr. 11,250,000 berechnet oder eine Kapitalauslage von Fr. 281,250,000, im Ganzen $552^1/_2$ Millionen oder per Kopf Fr. 123, per Kubikfuß Wasser täglich zirka 15 Fr.

Das zu gewinnende Wasser wäre von vorzüglicher Reinheit, indem es durchschnittlich $2^1/_2$ ° Härte und zirka $^2/_{100000}$ Gehalt an organischen Stoffen zeigt.

Nach dem Vorschlag von G. W. Hemans soll zur Wassergewinnung sogar bis auf 80 Stunden Abstand von London gegangen und dazu der Nordabhang des Westmoreland- und Kumberland-Seedistriktes benutzt werden. Hier wäre ein Gebiet von zirka 127,000 Jucharten in Anspruch zu nehmen und die vorhandenen Seen durch Aufstauung ihres Wasserspiegels als Reservoire nutzbar zu machen. Dieselben würden bei einer Flächenausdehnung von 5200 Jucharten zusammen ein Wasserquantum von 5840 Millionen Kubikfuß enthalten, von dem 4240 Millionen zur Wasserversorgung, 1600 Millionen zur Kompensation an die Flüsse abgegeben werden könnten. Bei einem täglichen Bedarf von 42 Millionen Kubikfuß Brauchwasser und unter Berücksichtigung des kleinsten je möglichen Ertrages der Quellen von $6^2/_3$ Millionen Kubikfuß würde dieser Vorrath auf zirka 120 Tage ausreichen und für eben diese Zeit noch $13^1/_3$ Millionen Kubikfuß Kompensationswasser liefern. Das Wasser würde in einem Tunnel von zirka $2^1/_2$ Stunden unter der Wasserscheide hindurch auf die Südseite des Distriktes geführt und die Leitung von hier aus ganz England in der Richtung von Nordwest nach Südost durchschneiden, ungefähr dem Tracé der Nordwest-Eisenbahn folgend. Sollte der Wasserbedarf in Folge der Wasserabgabe an die unterwegs liegenden Städte über 42 Millionen Kubikfuß steigen, so könnte am Südabhang der Wasserscheide noch ein Gebiet von zirka 38,000 Jucharten zugezogen und durch Anlage von Reservoiren zur Wassergewinnung eingerichtet werden.

Bei diesem Projekte wird auf einen Regenfall von 67.7″ jährlich gerechnet, von dem 12″ verdunsten würden, so daß nahezu 56″ nutzbar bleiben. Es würde dieß eine Wassermenge von 78 Millionen täglich geben. Davon kommen jedoch nur 42 Millionen Kubikfuß zur Verwendung als Brauchwasser und $^1/_3$ dieser Summe oder ungefähr 13 bis 14 Millionen Kubikfuß als Kompensationswasser.

Die Härte des Wassers beträgt 3 °, der Gehalt an organischen Stoffen $^1/_{100000}$.

Die Kosten der Ableitung werden auf 305 Millionen Franken angeschlagen, die Gesammtausgaben für Wasserlieferung, inbegriffen

die Auslösung der bestehenden Wasserwerke, auf zirka 590 Millionen Franken.

Frankreich.

Es findet sich auch hier eine Stadt, welche in ihrer neu eingerichteten Wasserversorgung viele Aehnlichkeit mit den so eben betrachteten englischen Städten zeigt, nämlich

St. Etienne.

Diese Stadt mit 100,000 Einwohnern an dem Wildbache Furens gelegen, dessen Wasser zahlreiche Fabriken treibt, war früher nicht nur sehr schlecht mit Wasser versehen, sondern sie wurde auch häufig durch Ueberschwemmungen des Furens geschädigt, dessen Hochwasser ebenso groß als schnell vorübergehend sind. Beiden Uebelständen soll durch die neuen Anlagen abgeholfen werden. Dieselben bestehen einerseits in der Fassung verschiedener größerer und kleinerer Quellen oberhalb der Stadt und der Ableitung derselben in einem bedeckten Kanale, anderseits in einem großen Reservoir in der Gouffre d'enfer genannten Schlucht. Dieses Reservoir hat einen doppelten Zweck. Theils soll es in seinem untern Theil einen gehörigen Wasservorrath aufnehmen, der in trockenen Zeiten dem Bache das durch die Wasserleitung entzogene Betriebswasser für die verschiedenen Gewerbe und im Nothfall der Wasserleitung selbst ihr Verbrauchswasser liefert, theils soll der obere Theil genügen, um das Wasser einer ganzen Anschwellung des Wildbaches aufzunehmen, nachher langsam abfließen zu lassen und so alle Ueberschwemmungen zu beseitigen. Diesem doppelten Zwecke entsprechend sind in verschiedener Höhe zwei Ausläufe angebracht, jeder in einem durch einen Felsrücken in ein Seitenthal getriebenen Tunnel bestehend. Im untern Tunnel geschieht der Ablauf durch eiserne Röhren, die an zwei Orten, innen und außen, durch Schieberventile geschlossen werden können; im obern, wo der Wasserdruck nicht mehr so bedeutend, ist der Abfluß frei mit Regulirung durch eine Schütze.

Längs des Reservoirs zieht sich ein Seitenkanal für den Bach hin, der am obern Ende mittelst einer breiten Schleuße mit dem Reservoir in Verbindung steht, so daß jeweilen nur ein beliebiges Quantum in das Reservoir abgelassen werden kann. Dieses kann zirka 74 Millionen Kubikfuß fassen.

Die wichtigste Baute der ganzen Anlage bildet der Abschlußdamm des Reservoirs. Abweichend von den Erddämmen in

England, besteht derselbe hier ganz aus Mauerwerk. Die größte Höhe der Dammkrone über dem Thalgrund beträgt 183$^{1}/_{3}$ Fuß, die Länge zwischen den beiden Abhängen 335$^{1}/_{3}$ Fuß, die größte Breite des Dammes an der Sohle 167 Fuß. Ueber der eigentlichen Dammkrone erhebt sich eine Art Brustwehr von 11$^{2}/_{3}$ Fuß Höhe und 11 Fuß Stärke, welche einen Weg bildet. Die Böschungen dieses Steindammes sind im Profil nicht, wie bei den Erddämmen, gerade, sondern konkave Linien, für einen gleichmäßigen Druck des Mauerwerks von 15$^{1}/_{2}$ Pfund pro Quadratzoll berechnet. Bei der mächtigen Höhe des Dammes war eine den Anforderungen genau entsprechende Dimension des Querschnittes um so nothwendiger, um einerseits Unfälle, anderseits unnöthige Kosten zu vermeiden.

Es ist dieß wohl der größte Steindamm, der für Wasserreservoire errichtet worden ist, und er wird zwar in der Länge, aber kaum in der Höhe und damit im Wasserdruck von irgend einem Reservoir übertroffen.

Der auf den Damm verwendeten Sorgfalt und Kunst entsprechend, sind auch alle Nebenanlagen sehr sorgfältig entworfen und angelegt.

Die Verbindung des Reservoirs mit der Wasserleitung wird durch ein kleines, in einem Seitenthale ebenfalls durch einen Querdamm abgeschlossenes Bassin vermittelt. Sowohl aus der Wasserleitung als aus dem Reservoir führt eine Zuleitung in dieses Bassin, und es kann die Ableitung des Wassers aus dem Bassin in die Wasserleitung oder in den Bach geschehen. Durch Regulirung der verschiedenen Schieber ist es somit möglich, nicht nur die Wasserleitung aus dem Reservoir zu speisen, sondern auch das Ueberwasser der Wasserleitung wieder den Gewerben zukommen zu lassen.

Die Wasserleitung hat eine Länge von 3$^{1}/_{2}$ Stunden und besteht aus einem Betonkanal theils von 2.7′ Weite auf 5.1′ Höhe, theils von 2.3′ Weite auf 3.8′ Höhe, mit einem Gefäll von 3‰ in längeren Strecken, verbunden durch kürzere Strecken mit konzentrirtem, starkem Gefäll.

Auch die Anlagen zur Quellenfassung sind hauptsächlich in Beton ausgeführt. Die Quellenfassung erstreckt sich über ein Gebiet von zirka 560 Jucharten und liefert eine durchschnittliche Wassermenge von 640,000 Kubikfuß täglich oder beim kleinsten Wasserstand immer noch 320,000 Kubikfuß auch ohne Inanspruchnahme des Reservoirs,

Die Arbeiten standen unter der Leitung des Ingenieurs Montgolfier und wurden im Jahr 1864 vollendet.

Paris.

Auch diese Weltstadt erhält in neuerer Zeit eine Quellwasserversorgung. Da die dortigen Verhältnisse so häufig angeführt werden, mag es gerechtfertigt sein, sie etwas ausführlicher zu betrachten.

Bis in die neueste Zeit war die Stadt sehr mangelhaft mit Wasser versorgt. Dasselbe wurde theils aus der stark verunreinigten Seine gepumpt und gelangte direkt, ohne Filtration zur Vertheilung, theils wurde es von dem Kanal de l'Ourcq geliefert. Dieser Kanal dient aber nicht bloß zur Lieferung des Wassers, sondern auch als Schifffahrtskanal, weßhalb sein Wasser beständigen Verunreinigungen und allen Wechseln der äußern Temperatur ausgesetzt ist. Zudem ist dasselbe schon an der Auffassungsstelle sehr stark durch Zuflüsse aus Torfgründen verunreinigt und zum Hausgebrauch wenig geeignet. Trotzdem daß auf diese Baute in den Jahren 1802 bis 1829 über 23 Millionen Franken verwendet wurden, entsprach dieselbe doch den gehegten Erwartungen keineswegs. Das laut Vertrag mit der Kanalgesellschaft für Wasserversorgungszwecke bestimmte Wasserquantum beträgt nahezu 4 Millionen Kubikfuß täglich, gelangt bloß auf einer Höhe von zirka 84' über dem Niederwasser der Seine in die Stadt und eignet sich zu den wenigsten Verwendungen.

Es wurden daher täglich weitere 2,600,000 Kubikfuß durch 7 Maschinen-Stationen aus der Seine entnommen, welche vorzugsweise als Brauchwasser dienten und auch in den höhern Quartieren vertheilt werden können. Davon werden an den öffentlichen Filtriranstalten, den **Fontaines marchandes**, zirka 100,000 Kubikfuß täglich filtrirt, der Rest wird unfiltrirt benutzt.

Durch ein neues Pumpwerk in St. Maur werden aus der Marne täglich weitere $1^1/_2$ Millionen Kubikfuß geschöpft und ebenfalls in die höchsten Quartiere geliefert.

So standen zirka $7^1/_2$ Millionen Kubikfuß Flußwasser zur Verfügung, überdieß an Quellwasser und dem Wasser der artesischen Brunnen in Grenelle und Passy noch zirka 350,000 Kubikfuß täglich, im Ganzen also nicht ganz 8 Millionen Kubikfuß, welche sich auf eine Bevölkerung von zirka 2 Millionen (1861 1,696,141 Kopf) vertheilen. Ist das Flußwasser seiner Qualität wegen nicht zum Hausgebrauch geeignet, so bildete auch das geringe Quantum Quell-

wasser seiner Härte, das der artesischen Brunnen seiner Wärme wegen kein gutes Brauchwasser. Von dem ganzen Wasserquantum gelangten zirka 2¼ Millionen zur Benutzung für den Hausgebrauch oder bloß ungefähr 1⅓ Kubikfuß per Kopf, alles übrige wurde für öffentliche Zwecke benutzt; bedarf ja allein das Bois de Boulogne in Zeiten der Trockenheit täglich bis zu ¾ Millionen Kubikfuß Wasser. Aber selbst dieser bedeutende Betrag reicht für die öffentlichen Bedürfnisse nicht aus, und es wurden zwei Anlagen in Aussicht genommen, welche ein für diese Zwecke taugliches Wasser ohne große Mühe geben, nämlich die Erstellung weiterer Pumpen an einer der Stadt gehörenden Wasserkraft der Marne in Trilbardou, wodurch zirka 1½ Millionen Kubikfuß Wasser in den Ourcq-Kanal gepumpt würden und die Erwerbung einer dritten Wasserkraft in der Marne bei Isles-les-Meldeuses, mittelst der nochmals 1½ Millionen Kubikfuß per Tag in jenen Kanal geliefert werden könnten.

Schwieriger ist es dem Mangel an Wasser zu steuern, das sich zum Hausgebrauch und namentlich zum Trinken eignet, und doch war gerade hierin der Mangel am fühlbarsten.

Schon seit dem Jahre 1854 beschäftigte sich deßhalb der Präfekt Haußmann mit Verbesserungen der Wasserversorgung und gieng dabei von dem Standpunkte aus, daß für den Hausbedarf ein frisches und klares, zum Trinken geeignetes Wasser geliefert werden müsse, während das bisherige für den Verbrauch zu öffentlichen Zwecken und auf den Straßen überhaupt ausreiche oder sich leicht ergänzen lasse. Es wurde ein Projekt aufgestellt, das Wasser der Flüßchen Somme-Soude und der Dhuis in einem gewölbten Aquadukt nach Paris zu führen und dadurch täglich 3,700,000 Kubikfuß Wasser in einer Höhe von zirka 200 Fuß über der Seine zur Vertheilung für den Hausverbrauch disponibel zu machen. Die Vereinigung der Vorstädte mit der Stadt selbst machte jedoch sowohl die Wassermenge als die angenommene Höhe von 200 Fuß ungenügend, da einzelne Theile zwischen den alten Oktroimauern und den Befestigungswerken bedeutend höher liegen, anderseits erhob sich gegen die Ableitung der Somme-Soude in der betreffenden Gegend ein heftiger Widerstand, der in Verbindung mit dem Obigen zu einer Abänderung des Projektes nöthigte. Nach dem vollständigen Projekte würde die Stadt Paris durch 3 Aquadukte mit Trink- und Hauswasser versehen, nämlich

den Aquadukt der Dhuis und des Surmelins,
„ „ der Somme-Soude,
„ „ der Vanne,

welche theils von verschiedener Seite, theils in verschiedener Höhe zufließen und verschiedene Höhenzonen der Stadt bedienen könnten.

Alle Leitungen stützen sich in ihrer Disposition darauf, daß Quellen gefunden werden, welche selbst beim trockensten Wetter eine genügende Wassermenge zu liefern im Stande sind. Daß der Entzug dieses Wassers aus den bisherigen Abflußwegen keine Schwierigkeit hat und daß das Wasser im Allgemeinen durch sein natürliches Gefäll in genügender Höhe in die Stadt gelangt. Das Wasser wird daher einfach in gemauerten Kanälen, die nur hie und da bei Thalübergängen durch eiserne Röhren ersetzt sind, in welchen es im Druck steht, abgeleitet und es fallen alle größern Vorkehrungen zur Sammlung oder Ausgleichung des Wassers, wie solche bei den bisher betrachteten Versorgungen nothwendig waren, weg. Die Leitungen werden bei dieser Anordnung durch die große Distanz, in welcher erst genügende Quellen gefunden werden, und durch den Ankauf der verschiedenen Wasserkräfte kostbillig, aber doch erhöhen sich die Gesammtkosten mit Rücksicht auf die großen Wassermengen und das Wegfallen anderer Anlagen nicht übermäßig.

Die Bedeutung und Bestimmung der verschiedenen Leitungen wird aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich, welche die anfänglich in Aussicht genommenen Verhältnisse darstellt.

Name der Leitung.	Kleinste Wassermenge pro Tag.	Länge der Leitung.		Höhe des Auslaufes in das Vertheilungs-Reservoir; über der Seine.	Kosten.	Härtegrad.
	Kubikfuß.	Fuß.	Stdn.	Fuß.	Fr.	
Der Dhuis	1,500,000	464,700	29	270	18,000,000	23
der Somme-Soude	2,250,000	610,000	38½	190	24,000,000	14
der Vanne	2,600,000	550,000	34½	143	20,000,000	18
	6,350,000	1,624,700	102		62,000,000	

Darnach sollte in erster Linie die Leitung der Dhuis erstellt werden, welche das Wasser auf die größte Höhe liefert, so daß das Ueberwasser der obersten Quartiere allen tiefer liegenden zu gut käme. Sofern deren Wassermenge nicht mehr ausreichen würde, käme in zweiter Linie die Leitung der Somme-Soude, welche beinahe ganz den gleichen Weg und die gleichen Thalabhänge wie die Leitung der Dhuis verfolgte, nur ungefähr 80 Fuß tiefer als

letztere, daher näher der Thalsohle liegen würde. Deren Wasser, eigentlich für die mittelhohen Quartiere bestimmt, könnte auch in die tiefliegenden abgegeben werden, und es müßte erst, wenn die Quantität nicht mehr ausreichte, an die Erstellung der tiefsten Leitung, derjenigen der Vanne, geschritten werden, welche schließlich für die tiefliegenden Quartiere bestimmt wäre. Diese Leitung gelangt von einer ganz andern Seite auf dem linken Seineufer in die Stadt.

Wirklich wurde in den letzten Jahren mit Ausführung der Leitung der Dhuis begonnen, deren Wasser seit dem 1. Oktober 1865 in die Stadt gelangt, dagegen ist der Widerstand, der sich in der betreffenden Gegend gegen die Ableitung des Wassers der Somme-Soude erhoben hat, so groß, daß die Ausführung dieses Projektes verschoben, wo nicht aufgegeben worden ist. Zur Beseitigung des Mangels an Trinkwasser, der schon jetzt auch nach Zuleitung des Dhuis-Wassers gefühlt wird, soll sofort die Leitung der Vanne ausgeführt werden, deren Quellen schon seit 1860 im Besitze der Stadt sind. Damit ist auch das System jener 3 Höhenzonen theilweise aufgegeben worden und es soll nun jede Wasserleitung wo möglich auch die höchsten Punkte der Quartiere speisen, welche um ihre Reservoire herumliegen.

Wasserleitung der Dhuis und des Surmelins. Die Wassermenge der Dhuis ist in den letzten trockenen Jahren auf zirka 1 Million Kubikfuß täglich gesunken, könnte aber durch die noch nicht ausgeführte Zuleitung des Surmelins um eine weitere halbe Million erhöht werden. Die Dhuis und der Surmelin bilden einen Zufluß der Marne, der sich etwas oberhalb Chateau Thierry von links in diesen Fluß ergießt.

Die Leitung besteht fast ausschließlich aus einem gemauerten Kanal, bei Thalübergängen durch einzelne Röhrenstrecken unterbrochen. Die Weite der gemauerten Strecken wechselt zwischen 4.'5 und 5', diejenige der Röhren beträgt $3^1/_3$ bis $3^2/_3$ Fuß, das Gefäll in den gemauerten Strecken $^1/_{10}$ $^0/_{00}$, in den Röhrenstrecken 0.55 $^0/_{00}$. Während die Quelle der Dhuis bei Pragny 346 Fuß über der Seine liegt, fließt das Wasser auf einer Höhe von 272 Fuß in das auf der Höhe von Belleville befindliche Vertheilungsreservoir. Die Leitung folgt bis in die Nähe von Paris den Windungen des linksseitigen Thalabhanges der Marne, überschreitet letztern Fluß bei Chalifert, um von da den rechtseitigen Höhen zu folgen. Die

Länge der Leitung beträgt 464,000 Fuß oder 29 Stunden. Die Kosten werden nach der Zuziehung des Surmelins den Voranschlag von 18,000,000 wenig überschreiten.

In der Stadt ergießt sich das Wasser in das zweistöckige Reservoir beim ehemaligen Telegraphen in Menilmontant, dessen obere Etage für $3^3/_4$ Millionen Kubikfuß Wasser aus der Dhuis, die untere Etage dagegen für $1^1/_7$ Million Kubikfuß Marne-Wasser von St. Maur bestimmt ist. Die kreisförmige Fläche beträgt 244,000 Quadratfuß, die Gewölbe der untern Etage werden durch 240, diejenigen der obern durch 590 Pfeiler getragen. Letztere stehen in 20 Fuß Weite aus einander. Die Höhe der Gewölbe ist 18.'7. Die Kosten dieses Reservoirs betragen 3,600,000 Fr., so daß sich der Kubikfuß Wassergehalt auf zirka 75 Rappen stellt.

Wasserleitung der Vanne. Die Ausführung dieses Projektes liegt gegenwärtig in Berathung. Diese Wasserleitung soll der Stadt $3^2/_3$ Millionen Kubikfuß täglich zuführen. Der Ertrag der schon im Besitz der Stadt befindlichen Quellen fällt in den trockensten Zeiten allerdings von jenem Quantum auf 2 Millionen Kubikfuß täglich herab, so daß, um die volle Wassermasse zu allen Zeiten zu erhalten, noch weitere Quellen angekauft werden müssen. Die Quellen liegen im Departement de l'Aube oberhalb Sens in der Nähe von Villeneuve l'Archevêque in 2 Gruppen, die eine zirka 290 Fuß, die andere 210 bis 220 Fuß über der Seine in Paris. Sie werden mittelst 4 Zweigkanälen gefaßt, die sich theils in einen Sammelkanal, theils in ein Sammelbecken am Anfangspunkt des Hauptkanales ergießen. Die Zweigkanäle erhalten zusammen eine Länge von 46,000 bis 71,000 Fuß, je nach dem schließlich für den Hauptkanal anzunehmenden Tracé, ein Gefäll von $^1/_{10}$ $^0/_{00}$ eine lichte Höhe von 3.'5, eine Weite von 2.'7 und können jeder zirka 800,000 Kubikfuß täglich abführen.

Von der Quelle d'Armentières aus geht ein Sammelkanal von zirka 70,000 Fuß Länge, der die obigen Seitenkanäle aufnimmt. Derselbe hat $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ $^0/_{00}$ Gefäll, eine lichte Höhe von 5.'9, eine Weite von 4.'7 und kann $1^2/_3$ Millionen Kubikfuß täglich abführen. Er erstreckt sich bis nach Theil oder Maloy-le-Vicomte, wo der eigentliche Hauptkanal beginnt, indem sich hier die letzte Seitenleitung anschließt.

Für die Höhe des Sammelkanales und des Hauptkanales bestehen zwei Projekte. Da nämlich die tiefsten Quellen bloß

210 Fuß über der Seine in Paris liegen, wäre bei einer einfachen durch das natürliche Gefäll bewirkten Zuleitung die Höhe im Vertheilungsreservoir in Montrouge in Paris bloß noch 140 Fuß, was ganz ungenügend scheint, zumal ja die hohen Quellen zirka 70 Fuß größern Druck gestatten. Daraus geht die Nothwendigkeit hervor, die Quellen in zwei verschiedenen Höhen zu fassen und das Wasser der tief liegenden am Vereinigungspunkt in den höher liegenden Hauptkanal hinaufzupumpen.

Nach dem ersten Projekt wird der Anfangspunkt des Hauptkanales auf 222 Fuß gehalten, so daß die tiefern Quellen 10 bis 17 Fuß hinaufgepumpt werden müssen, während der Sammelkanal für die höhern Quellen 57 Fuß höher als der Hauptkanal angelegt wird, somit aus ihm in den letztern hinunter ein Gefäll von 57 Fuß besteht, das dazu benutzt werden soll, mittelst Turbinen durch das Wasser der hohen Quellen jenes der tiefern auf die nöthige Höhe zu pumpen. Das Wasser würde hierbei auf der Höhe von 160 Fuß in die Stadt gelangen.

Nach dem zweiten Projekt, welchem der Vorzug gegeben zu werden scheint, wäre auch diese Höhe noch nicht genügend, sondern es soll die Höhe von 180 Fuß erreicht werden. Dabei erhält der Anfangspunkt eine Höhe von 276 Fuß, welche noch für die höhere Quellengruppe paßt, dagegen ein Hinaufpumpen aller Quellen der tieferen Gruppe um zirka 70 Fuß verlangt. Auch hier sollen die Pumpen durch Turbinen bewegt werden, für die aber nicht mehr das Wasser der höhern Quellen benutzt werden kann, sondern welche durch das in der Vanne gelassene, nicht abgeleitete Wasser getrieben werden sollen. Gefäll, Weite, Länge und Kosten bei den zwei Projekten sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

	I. Projekt.	II. Projekt.
Höhe des Wasserspiegels im Vertheilungsreservoir über der Seine	160'	180'.
Gefäll in den gemauerten Strecken	0.1 ‰	0.15 ‰
Lichte Höhe „ „	7.'5	6.'8
Lichte Weite „ „	7.'5	6.'8
Gefäll in den Röhren	0.38 ‰	0.6 ‰
Weite der Röhren (je 2)	4.'	(je 2) 3.'7
Länge des Sammelkanales	66,667'	76,667'
„ der Zweigkanäle	45,667'	71,167'

	I. Projekt.	II. Projekt.
Länge des Hauptkanales		
im Tunnel	56,967 '	51,033 '
im Einschnitt	358,033 '	297,367 '
auf Bogenstellungen	6,367 '	53,333 '
in gußeisernen Röhren	51,633 '	61,600 '
Gesammtlänge	473,000 '	463,333 '
Stunden	29½	29
Kosten:		
Quellenankauf	2,000,000 Fr.	2,000,000 Fr.
Sammelkanal	1,700,000 „	1,700,000 „
Zweigkanäle	650,000 „	2,400,000 „
Hauptkanal	21,050,000 „	20,100,000 „
Expropriation	2,000,000 „	2,000,000 „
Unvorhergesehenes	3,600,000 „	3,400,000 „
	31,000,000 Fr.	31,600,000 Fr.

Obgleich somit im zweiten Projekt des stärkern Gefälles wegen die Dimensionen des Hauptkanales etwas kleiner gewählt werden können, stellen sich die Kosten im Ganzen doch um 600,000 Fr. höher, so wie auch die nöthigen Bauten größere Schwierigkeiten darbieten. Anderseits müßte beim ersten Projekt ein Theil des Wassers in Paris mittelst Dampfmaschinen auf die nöthige Höhe gepumpt werden.

Unter Annahme eines Betrages von 100,000 Fr. für die jährlichen Unterhaltungskosten stellen sich 100 Kubikfuß Wasser nach Paris geliefert auf zirka $12\frac{1}{2}$ Rappen.

Die obige Zusammenstellung zeigt, daß die anfänglich in Aussicht genommenen Kosten für diese Leitung um 11 Millionen überschritten werden, dagegen auch die zugeleitete Wassermenge im gleichen Verhältniß größer angenommen wird.

Die einstweilen aufgeschobene Leitung der Somme-Soude ist bestimmt, das Wasser aus dem Kreideboden der Champagne abzuführen, das ihr theilweise durch bestehende Quellen, theilweise durch solche, welche erst durch Nachgrabungen zu erschließen wären, zugeführt würde. Das Quellgebiet dieser Leitung liegt in der Gegend von Chalons sur Marne; bei Epernay nähert sich die Leitung der Marne und folgt derselben an dem linkseitigen Abhang. In der Gegend von Chateau Thierry kommt aus dem Seiten-

thal des Surmelins die Leitung der Dhuis und es würden von hier an die beiden Leitungen nahezu parallel, jedoch in einem Höheunterschied von zirka 80 Fuß ihren Weg nach Paris verfolgen.

Der Widerstand, der sich namentlich unter den Bewohnern der Champagne gegen dieses erste Projekt für Quellwasserleitungen erhoben hat, stützte sich auf die verschiedensten, theilweise sehr sonderbaren Gründe. Mit etwelchem Recht wurde auch auf die Unsicherheit der Voraussetzung hingewiesen, durch Nachgrabungen den Wasserertrag wesentlich erhöhen zu können. Da in der Zwischenzeit die Quellen der Vanne angekauft wurden, war eine Verschiebung dieser Leitung um so weniger nachtheilig.

Nach Vollendung der Leitung der Dhuis und der Vanne, so wie der in Ausführung begriffenen artesischen Brunnen werden für die Hausversorgung und für industrielle Zwecke folgende Wasserquantitäten disponibel sein:

	Kubikfuß täglich.
Artesische Brunnen	1,000,000
Leitung von Arcueil	150,000
„ der Dhuis und des Surmelin	1,260,000
„ der Vanne	3,700,000
	6,110,000

An Wasser für öffentliche Zwecke dagegen

	Kubikfuß täglich.
der Ourcq-Kanal mit dem an 2 Orten aus der Marne gepumpten Wasser	6,500,000
Seine-Wasser	2,600,000
Von den Pumpen in St. Maur, Marne-Wasser .	1,500,000
Total	10,600,000

zusammen zirka $16^3/_4$ Millionen Kubikfuß.

Der voraussichtliche Wasserbedarf wird mit Rücksicht darauf, daß die Bevölkerung im Jahr 1861 zirka 1,700,000 Seelen betrug und $2^1/_4$ % jährlich zunahm, somit in 30 Jahren $2^1/_2$ Millionen übersteigen dürfte, angesetzt wie folgt:

für öffentliche Zwecke	9,260,000
für den Hausbedarf	6,300,000
zusammen	15,560,000

oder eher weniger als das disponible Wasser. Es ergibt dieß

für den Hausbedarf 40 %
für öffentliche Zwecke 60 %

pro Kopf der gegenwärtigen Bevölkerung
für den Hausbedarf 3.7 Kubikfuß pro Tag,
für öffentliche Zwecke 5.4 " " "

Das durch die beiden Leitungen der Dhuis und der Vanne zu gewinnende Wasser beträgt 4,960,000 Kubikfuß täglich und dürfte zusammen 49,600,000 Fr. kosten oder pro Kubikfuß täglicher Wasserlieferung genau 10 Fr., pro Kopf der gegenwärtigen Bevölkerung 29 Fr. Alle diese Anlagen werden durch die Stadtbehörden erstellt, indem selbst die Pumpwerke an der Seine, welche früher theilweise einer Privatgesellschaft gehörten, an die Stadt übergegangen sind.

Der Betrieb und Wasserverkauf dagegen ist einer Gesellschaft übertragen, worauf später eingetreten werden soll. Bei der Abgabe werden, wie schon bei der Gewinnung des Wassers, zwei Qualitäten unterschieden, nämlich Brauchwasser, das sowohl zum Trinken als zum Hausgebrauch dient und Wasser zu öffentlichen Zwecken. Für jede Qualität besteht ein eigenes Leitungsnetz. Das Brauchwasser wird beinahe ausschließlich an beständig fließenden Kaliberhähnen abgegeben, die Bewegung in den Röhren ist daher eine ununterbrochene und es wird dem Wasser seine Frische bewahrt, wenn auch, wie später zu besprechen, diese Hähne andere wesentliche Nachtheile haben.

Dijon.

Liefert Paris das Beispiel einer großen Stadt, welche bald auf dem einfachsten Wege reichlich mit Quellwasser versehen sein wird, so gibt Dijon das einer kleinen, auf solche Art versorgten Stadt. Die für 30,000 Einwohner angelegte Wasserversorgung dieser Stadt ist durch den gründlichen Bericht bekannt geworden, der über sie von dem leitenden Ingenieur, Mr. Darcy, veröffentlicht wurde.

Das Wasser wird in einer Entfernung von 42,300 Fuß oder zirka 2½ Stunden von der Stadt in der Quelle du Rosoir gefaßt und durch einen gemauerten Kanal in ein Vertheilungsreservoir neben der Porte Guillaume geleitet. Das Gefäll wechselt zwischen 7 ‰ und 0.86 ‰ und ist unterbrochen durch eine Zahl senkrechter Abfälle von 8 bis 17 Zoll Höhe. Die Leitung hat im Allgemeinen 3 Fuß Höhe und 2 Fuß Weite im Lichten. Die Quelle ergiebt beim niedrigsten Wasserstand per Tag wenigstens 220,000 Kubikfuß, so daß selbst unter Anrechnung der Abgabe an neben-

liegende Ortschaften jedem Bewohner noch zirka 7 Kubikfuß täglich zugeführt werden. Die Quelle liegt zirka 220 Fuß über dem tiefsten Brunnen der Stadt, durch das Gefäll der Leitung gehen hiervon 162 Fuß verloren, so daß die Wasserhöhe in der Stadt selbst nur noch 60 Fuß über dem tiefsten Auslaufe beträgt, daher denn auch das Wasser nicht in die obern Etagen der Häuser geleitet werden kann, sondern nur auf der Straßenhöhe abgegeben wird. Die Kosten waren für eine Stadt von so mäßiger Bevölkerung sehr beträchtlich, nämlich für:

Ankauf und Zuleitung der Quelle	357,967. 27	Fr.
Dienstreservoire und innere Vertheilung	822,032. 73	„
Total	1,180,000. —	„

somit pro Kopf zirka 40 Fr., nicht unbeträchtlich mehr als in Paris für die Zuleitung und Vertheilung des Quellwassers gefunden wurde. Auf den Kubikfuß tägliche Wasserlieferung vertheilt, betragen diese Auslagen Fr. 5. 40.

Besançon.

Auch diese Stadt mit zirka 44,000 Einwohnern wird durch einen 2 Stunden langen, $6^2/_3$' hohen, $2^1/_2$' weiten Aquadukt mit Quellwasser versorgt. Das Gefäll dieser Leitung wechselt zwischen 0.3 und 0.5 ‰. Sie kostete zirka 18 Fr. pro laufenden Fuß oder für die ganze Länge 600,000 Fr.; die tägliche Wasserlieferung beträgt zirka 320,000 Kubikfuß, pro Kopf etwas mehr als 7 Kubikfuß.

Die Gesammtkosten mit Inbegriff des Quellen- und Landankaufes im Betrage von 200,000 Fr. beliefen sich auf 1,600,00 Fr., zirka 36 Fr. pro Kopf oder 5 Fr. per Kubikfuß und Tag.

Brüssel.

Die Wasserversorgung dieser Stadt wurde auf eine Bevölkerung von 220,000 Einwohnern zu 60 Maaß per Kopf berechnet. Es ist schon oben bemerkt worden, daß diese Berechnung in ihren Grundlagen sowohl bezüglich die Zahl der Einwohner als die Wassermenge pro Kopf sich als zu niedrig erweisen wird. Die zugeführte Wassermenge beträgt zirka 750,000 Kubikfuß per Tag oder 3 Kubikfuß per Kopf der auf mehr als 250,000 Einwohner gestiegenen Bevölkerung. Davon werden 45,000 Kubikfuß durch eine eigene 11,000 Fuß lange Leitung von der Quelle von Etterbeck, Broebelaer genannt, zugeführt, die Hauptmasse dagegen mit 705,000 Kubikfuß durch eine 87,000 Fuß oder $5^1/_2$ Stunden

lange gemauerte Wasserleitung aus der Gegend des Schlachtfeldes von Waterloo von den Quellen in Ritterzeé, Lillois, Braine l'Alleul. Die Quellen entspringen in verschiedener Höhe, so daß nur ein Theil des Wassers, zirka 405,000 Kubikfuß, durch natürliches Gefäll in das Vertheilungsreservoir fließt, der Rest dagegen, zirka 300,000 Kubikfuß, bei der Mühle St. Leonhard unterhalb Braine l'Alleul durch eine Dampfmaschine auf 27 Fuß Höhe in den Aquadukt hinaufgepumpt wird. Die Länge der Nebenzweige der Hauptleitung und der Zuleitungen zum Pumpwerke beträgt zirka 23,000 Fuß, so daß die Gesammtlänge der Leitungen auf 110,000' oder beinahe 7 Stunden steigt. Die lichte Oeffnung der Nebenleitungen ist $2^1/_3$ Fuß Höhe auf 2 Fuß Weite, diejenige der Hauptleitung vom Pumpwerke bis in die Stadt 5.7' Höhe auf 3.7' Weite, das Gefäll der letztern 0.14 ‰. Eine Länge von zirka 27,000 Fuß wurde unterirdisch ausgeführt, durchweg in Sandboden, wobei sich pro laufenden Fuß Kanal folgende auffallend niedrige Auslagen ergaben:

Schächte	0.93 Fr.
Ausbruch	2.67 "
Absperrung	1.66 "
Mauerwerk	11.20 "
Verputz	0.84 "
	17.30 Fr.

Auf eine Länge von zirka 670 Fuß wird durch eine steinerne Brücke ein Thalübergang bewirkt, während zwei andere Thäler mittelst eiserner Röhren überschritten werden.

Das Vertheilungsreservoir liegt am Anfang der Stadt in Ixelles auf einer Höhe von 50 Fuß über den höchsten und 230 Fuß über den tiefsten Straßen der Stadt. Es hat eine Länge von 410 Fuß, eine Breite von 241 Fuß und hält bei $8^1/_3$ Fuß Wassertiefe zirka 755,000 Kubikfuß oder den Bedarf eines Tages. Dabei ist es in zwei gleiche Hälften abgetheilt, durchgehends überwölbt. Die Gewölbe werden durch gemauerte Pfeiler getragen und stürzten bei der einen Abtheilung während des Baues, angeblich wegen zu früher Beseitigung der Rüstungen, ein, worauf außer den gewöhnlichen Pfeilern noch stärkere Widerlagspfeiler angebracht wurden.

Die Länge der Leitungen in der Stadt betrug im Jahr 1861 503,000 Fuß, die Zahl der Feuerhähne 1371.

Die Ausführung dieser Arbeiten geschah in den Jahren 1854 bis 1857 und es waren die Kosten bis 1861: Fr. 7,556,711 oder pro Kopf der Bevölkerung zirka 30 Fr. und per Kubikfuß täglicher Wasserlieferung 10 Fr.

Diese Auslagen vertheilen sich auf die verschiedenen Arbeiten wie folgt:

Besoldungen	207,406. 64
Ankauf der Quellen und des Bodens	289,581. 38
Entschädigung an die Gewerbsbesitzer	1,021,461. 64
Aquadukt	1,510,792. 51
Reservoire	273,471. 85
Arbeiten für die Broebelaer Quelle	42,049. 06
Röhrenleitungen	2,463,481. 07
Legen der Röhren	1,213,453. 60
Pflästerungen	38,433. 60
Gebäude und Maschinen	147,447. 90
Verschiedenes	169,131. 82
Total bis Ende 1860	7,376,711. 07
Ausgaben pro 1861	180,000. —
	7,556,711. 07

Die Ausführung geschah durch die Stadtbehörden, welche auch den Verkauf des Wassers an die Privaten besorgen. Bei dieser Anlage ist vor Allem die möglichste Beschränkung der Betriebsauslagen durch die getroffene Vertheilung der Quellen in solche, welche bei genügender Höhe durch ihre eigenes Gefälle zufließen können, und solche, die gepumpt werden müssen, bemerkenswerth, und mag dieß Beispiel wohl nicht ohne Einfluß auf die Bearbeitung des Projektes für die Zuleitung der Vanne nach Paris gewesen sein.

Basel.

Die Stadt Basel ist in letzter Zeit mit einer Wasserversorgung versehen worden, welche gemeinschaftlich von der Stadtbehörde und einer Privatgesellschaft erstellt wurde, indem durch die Hauptleitung täglich 48,000 Kubikfuß städtisches und zirka 252,000 Kubikfuß der Gesellschaft gehöriges Quellwasser in die Stadt geleitet werden. Von dem städtischen Wasser werden zirka 34,000 Kubikfuß zum Spritzen der Straßen und Anlagen, 14,000 zur Speisung der öffentlichen Brunnen benutzt, das Wasser der

Gesellschaft dient zur Hausversorgung und zur Abgabe für industrielle Zwecke, sowie zum Löschen von Feuersbrünsten.

Eine beträchtliche Zahl laufender Brunnen wird überdieß noch durch die ältern Brunnenleitungen gespeist, die im Tag zirka 84,000 Kubikfuß liefern. Unter diesen finden sich aber die sogenannten Lochbrunnen mit 12,000 Kubikfuß, welche ein in der Stadt selbst entspringendes, sehr kühles, aber durch die versickernden Unreinigkeiten im Laufe der Zeit immer mehr verunreinigtes Wasser geben, so daß ihnen zuweilen ein Zusammenhang mit dem in Basel seit längerer Zeit verbreiteten Typhus zugeschrieben wird. Auf die im Jahr 1860 zirka 40,000 Kopf betragende, für die Zukunft jedoch zu 50,000 anzusetzende Bevölkerung wird unter Weglassung der Lochbrunnen eine Wassermenge von 372,000 Kubikfuß oder zirka $7^1/_2$ Kubikfuß per Kopf und Tag treffen.

Die Quellen der neuen Versorgung liegen alle am rechten Ufer der Birs, zirka 3 Stunden oberhalb Basel, und zwar die der Gesellschaft gehörenden Kaltbrunn- und Pelzmühlequellen in der Nähe von Grellingen, die städtischen Quellen bei dem Schloß Angenstein neben dem Dorfe Aesch. Die Leitung wird ausschließlich durch gußeiserne Röhren von $7^1/_2$ bis 13.3 Zoll gebildet. Die Entfernung der weitesten Quelle von der Stadt beträgt zirka 64,000 Fuß oder 4 Stunden.

Das Wasser der neuen Leitung zeigt 24.5 — 25 Grad Härte die Temperatur der stärksten Quelle, nämlich der Pelzmühlequelle mit zirka 100 Kubikfuß Wasserlieferung pro Minute, wechselt zwischen $9^1/_2$ und 16 ° Celsius. Diese Quelle entspringt in der Sohle des Pelzmühlethales, durch welches der im vorigen Jahrhundert mittelst eines Tunnels hieher abgeleitete Seewerbach fließt. Da dieser Bach bei trockenem Wetter oberhalb des Tunnels sich ganz im Boden verliert, ist ein Zusammenhang des Baches mit der Quelle nicht unwahrscheinlich und erklärt deren wechselnde Temperatur, während allerdings dieser Zusammenhang durch direkte Versuche, Hineinschütten von Farbe, Salz und dergleichen, in keiner Weise beobachtet werden kann, somit auch ohne allen Nachtheil ist.

Alles Wasser wird in das auf dem Bruderholzhügel, zirka 13,000 Fuß außerhalb der Stadt, liegende Reservoir geführt, das bei einer Oberfläche von 180 Fuß Länge und 100 Fuß Breite und bei 10 Fuß Wassertiefe 150,000 Kubikfuß Wasser faßt. Davon dienen 75,000 als Reserve für den Fall von Feuersbrünsten und

müssen in gewöhnlichen Zeiten immer vorhanden sein, die übrigen 75,000 dienen zur Ausgleichung der täglichen Schwankungen im Hausverbrauch. Die Baukosten des Reservoirs sollen zirka 90,000 Fr. betragen, also pro Kubikfuß Wassergehalt zirka 60 Fr. Vom Reservoir, dessen Höhe so gewählt ist, daß der Druck in den höchsten Straßen noch 150 Fuß beträgt, führt eine $16^2/_3$ Zoll weite Röhre nach der Stadt uud vertheilt sich hier in ein Leitungsnetz von 100,000 Fuß Gesammtlänge.

Die Kosten für die neue Wasserversorgung betragen bis Ende 1866:

Ankauf der Quellen.		
	Städtische	50,000
	Gesellschaft	750,000
Quellenfassung.		
	Städtische	80,000
	Gesellschaft	80,000
Röhren		1,000,000
Hähne.	Feuerhähne (städtische)	50,000
	Gesellschaft	50,000
Röhrenlegung		200,000
Flußübergänge		60,000
Reservoir (Bau und Landankauf)		133,000
Verschiedenes. Verwaltung		247,000
		2,700,000

Es gibt dieß pro Kopf der Bevölkerung zirka 54 Fr., die höchste Summe, welche wir bisher für Quellwasserversorgungen auf dem Festlande gefunden haben, aber immerhin geringer als die in England hierfür verausgabten Beträge. Der Kubikfuß zugeleiteten Wassers stellt sich auf zirka 9 Fr., um 1 Fr. billiger als in Brüssel.

Aus den vielfachen Vermischungen der städtischen Interessen und denjenigen der Gesellschaft dürften ohne Zweifel mit der Zeit mancherlei Differenzen hervorgehen, namentlich auch durch die Schwierigkeit in der Ausscheidung des Wassers der Stadt von demjenigen der Gesellschaft. Es liegt wohl in diesen Schwierigkeiten, daß der Vertrag statt genauer Vorschriften zum Voraus eine spätere Verständigung über die Messung vorbehält. So lange das Wasser der Gesellschaft noch nicht völlig ausgenutzt ist, wird man sich leicht verständigen, anders dagegen, wenn kein Ueberfluß mehr ist.

Wien.

Sind die oben angeführten Städte schon mit Quellwasserversorgungen versehen, so bieten die für Wien aufgestellten Projekte manches Interessante dar, wenn sich auch die Ausführung einfacher gestaltet. (Zeitschrift des hannover'schen Ingenieurvereins.)

Bei einer Bevölkerung von 500,000 Seelen berechnet sich die fehlende Wassermenge, welche durch eine neue Leitung zu beschaffen ist, auf ungefähr 1,200,000 Kubikfuß täglich. Zu deren Deckung sind 3 Quellen ausgewählt worden, welche, in verschiedener Entfernung von der Stadt liegend, durch eine gemeinsame Leitung zugeführt werden sollen. Es sind solche:

1. Der Kaiserbrunnen, eine auf zirka 22 Stunden Entfernung von Wien, 1500 Fuß über der Donau im sogenannten Höllenthal bei Reichenau entspringende Quelle mit einer durchschnittlichen Wasserlieferung von 1,200,000 Kubikfuß.

2. Die Nixensteiner Quelle in 14 Stunden Entfernung von Wien, mit einer oft noch größern Wassermenge als der Kaiserbrunnen.

3. Die Altaquelle im Höllenloch bei Pitten, 11 Stunden von Wien, deren Wassermenge äußerst schwankend ist, indem sie von 6000 Kubikfuß bis auf 1,900,000 Kubikfuß steigt.

Das Wasser dieser drei Quellen wird durch einen gemauerten Kanal von 4 Fuß Weite bei 5 Fuß Höhe mit 0.4 bis 0.2 ‰ Gefäll auf den Rosenhügel bei Wien geführt, wo sich auf 290 Fuß Höhe über der Donau ein 47,000 Kubikfuß haltendes Reservoir befindet.

Außerdem werden noch zwei andere Reservoire angelegt auf der Schmelz mit 470,000 Kubikfuß und bei der Spinnerin am Kreuz mit 360,000 Kubikfuß, so daß der Gesammt-Reservoirinhalt zirka 900,000 Kubikfuß oder $^3/_4$ der durchschnittlichen täglichen Wasserlieferung beträgt.

Die Kosten sollen veranschlagt sein wie folgt:

Leitung bis auf den Rosenhügel	26,500,000 Fr.
Reservoire	2,957,500
Röhren	9,878,800
Hähne und Auslaufständer . .	750,000
	40,086,300

Demnach würden sich die Kosten pro Kubikfuß täglicher Wasserlieferung auf zirka 33 Fr., pro Kopf der Bevölkerung auf 80 Fr. und pro laufenden Fuß Hauptleitung auf 77 Fr. belaufen, alles äußerst hohe Summen.

Ein Projekt, das, wie es scheint, wegen ungenügender Höhe der Zuleitung in die Stadt fallen gelassen wurde, wollte das Wasser der in der Gegend von Wiener-Neustadt entspringenden Fischa-Dagnitz zur Wasserversorgung benutzen. Die Quellen dieses Flüßchens liefern per Tag durchschnittlich 1,300,000 Kubikfuß und könnten durch einen zirka 9 Stunden langen gemauerten Kanal nach Wien geliefert werden, wo das Wasser 200 Fuß über der Donau anlangen würde. Durch das Wasser der Fischa-Dagnitz werden jedoch nicht weniger als 38 industrielle Etablissements getrieben, die für einen Wasserentzug hätten entschädigt werden müssen, so daß die Entschädigungssumme auf 10 Millionen Fr. geschätzt wurde. Um diese Ausgabe zu umgehen, wurde vorgeschlagen, das zur Wasserversorgung selbst nicht geeignete Wasser des Pithen-Flusses in die Fischa-Dagnitz abzuleiten und als Ersatz für das entzogene Wasser abzugeben. Der Ableitungskanal würde eine Länge von 4½ Stunden erhalten und zirka 1,075,000 Fr. kosten. Damit wären dann aber, da das Pithen-Wasser nicht benutzt wird, alle Entschädigungsfragen wegen Wasserentzug von industriellen Gewerben beseitigt.

Die Gesammtauslagen waren bei diesem Projekte veranschlagt wie folgt:

	Fr.
Zuleitung des Pithen-Flusses in die Fischa-Dagnitz	1,075,000
Sammelreservoir und Ankauf der Quelle der Fischa-Dagnitz	1,250,000
Gemauerter Zuleitungskanal der Fischa-Dagnitz	11,087,500
Grundentschädigung	842,500
Vertheilungsreservoir	800,000
Röhrennetz	5,625,000
	20,680,000

Die Kosten für 2,625,000 Kubikfuß Wasser täglich hätten demnach pro Kopf der Bevölkerung zirka 41 Fr. oder pro Kubikfuß täglicher Wasserlieferung zirka 8 Fr. betragen, was ziemlich mit den für andere Städte gefundenen Beträgen übereingestimmt hätten.

Mag auch dieses Projekt hier nicht angenommen worden sein, so bildet jedenfalls der Vorschlag einer Zuleitung unbenutzten, zur Wasserversorgung selbst weniger geeigneten Wassers zur Kompensation industrieller Gewerbe, denen ein brauchbares Wasser entzogen

worden ist, ein Mittel, in vielen Fällen schwierige Unterhandlungen und große Entschädigungsforderungen zu umgehen und die Ausführung von Projekten zu ermöglichen, die sonst an den rechtlichen Schwierigkeiten scheitern müßten. Es versieht diese Zuleitung den gleichen Dienst wie die in England so zahlreich zur Ausführung gekommenen Kompensationsreservoire.

Bern.

Auch hier beschäftigt man sich gegenwärtig mit Projekten für eine Quellwasserversorgung, indem eine Privatgesellschaft in zirka 23,000 Fuß oder $1^1/_2$ Stunden Entfernung von der Stadt oberhalb des Dörfchens Gasel den Quellen der dortigen Bäche nachgegraben und solche durch einen Stollen gegen Könitz hinüber geleitet hat. Das Quellgebiet umfaßt, nach der Bodengestaltung zu urtheilen, zirka 1900 Juchart, und man erwartet von demselben in den trockensten Zeiten 2400 Maaß per Minute, zirka 200,000 Kubikfuß per Tag oder $1^1/_4$ Maaß per Juchart und Minute. Wenn dieses Quantum bei der gegenüber Zürich um 10 % größern Regenmenge im Verhältniß zur Fläche keineswegs übertrieben scheint, ist dasselbe doch für die Stadt Bern mit ihren 52,000 Einwohnern für die Dauer ungenügend und es müssen Quellen von nahezu der gleichen Ergiebigkeit zugezogen werden, um bleibend den Anforderungen an eine gehörige Wasserversorgung zu entsprechen.

Die Kosten werden nach dem Berner Intelligenzblatt veranschlagt:

Ankauf der Quellen und Zuleitung zum Reservoir	900,000 Fr.
Reservoir	150,000 „
Röhrennetz	300,000 „
	1,350,000 Fr.

Das Leitungsnetz im Innern der Stadt kann in dem Posten für das Röhrennetz nicht inbegriffen sein. Per Kubikfuß Wasser täglich betrügen somit die Zuleitungskosten 6.7 Fr. Die Härte des Wassers ist 24°, entsprechend der Basler Versorgung.

Nach einem andern Projekt sollen die Quellen des Stadtbaches bei Wangen für die Versorgung nutzbar gemacht werden, mit einem kleinsten Ertrag von 1600 Maaß per Minute oder zirka 130,000 Kubikfuß per Tag. Dieses Projekt nimmt daher auf den mit der Zeit steigenden Verbrauch einer neuen Wasserversorgung noch weniger Rücksicht, und könnte, selbst wenn gegenwärtig schon ein nicht unbeträchtliches Quantum in den bestehenden Brunnen

geliefert wird, nur kurze Zeit genügen. Um das dem Stadtbach entzogene Wasser zu ersetzen, soll demselben der Scheerlibach zugeleitet werden mit einem Wasserquantum von zirka 480,000 Kubikfuß täglich. Die Zuleitungskosten sollen sich pro Kubikfuß tägliche Wasserlieferung auf 9—10 Fr. stellen.

Dem Gasel-Projekt wird von den Beförderern dieses Projektes die Unsicherheit des dortigen Quellenertrages, namentlich aber mit Recht die große Entfernung des Vertheilungsreservoirs zum Vorwurf gemacht.

II. Flußwasser-Versorgungen.

Bei den meisten Flußwasser-Versorgungen ist eine künstliche Hebung des Wassers nothwendig, da das Gefäll der Flüsse selten so bedeutend ist, um die Zuleitung des Wassers auf die nothwendige Höhe durch sein natürliches Gefäll zu ermöglichen; doch finden sich immerhin einige Fälle dieser Art, nämlich Glasgow, New-York, Marseille. Bei den beiden erstern Städten ist das Wasser so rein, daß vor seiner Vertheilung keine Reinigung nöthig ist und diese Anlagen daher noch viele Aehnlichkeit mit den Quellwasser-Versorgungen haben. In Marseille dagegen ist das Wasser trüb und wurde eine Filtration beabsichtigt, wenn schon solche aus später anzuführenden Gründen in der Ausführung unterbleibt.

Glasgow.

Diese Stadt von 450,000 Einwohnern ist in den Jahren 1856 bis 59 mit einer neuen Wasserleitung aus den schottischen Bergseen Loch Katrin, Loch Achray, Loch Vennachar und Loch Drunkie versehen worden, welche gegenwärtig zirka $3^1/_3$ Millionen Kubikfuß per Tag oder 7 Kubikfuß per Kopf liefert, jedoch für eine Wassermenge von $8^1/_3$ Millionen Kubikfuß täglich berechnet ist, um allen Vermehrungen der Bevölkerung gewachsen zu sein.

Das Wasser wird bei dieser Versorgung ohne weitere Vorkehrungen aus den Seen entnommen und gelangt unmittelbar zur Vertheilung. In größern Massen in den Seen selbst hat es eine braune, von der Heideerde herrührende Färbung, welche es, wenn man sich an die klare, blaue Farbe der Schweizerseen erinnert, als Trinkwasser weniger geeignet erscheinen läßt. In kleineren Quantitäten ist jene braune Farbe nicht bemerkbar.

Der Loch Katrin hat eine Wasserfläche von zirka 3300 Ju-

charten, die andern Seen eine solche von 4500 Jucharten und es beträgt das ganze Quellgebiet derselben zirka 51,000 Jucharten.

Die Länge der Leitung vom Loch Katrin bis nach Glasgow beträgt zirka 12 Stunden. Sie besteht mit Ausnahme einiger Thalübergänge und der letzten Strecke vom Vertheilungsreservoir bis in die Stadt meistens aus Tunnels, welche in den harten Felsen gehauen sind, oder aus gemauerten Kanälen. Die Höhe und Weite im Lichten beträgt 8 Fuß, das Gefäll $^5/_6$ Fuß pro Meile oder zirka 0.16 $^0/_{00}$. Die Thalübergänge sind mittelst 4 Fuß weiter, gußeiserner Röhren bewerkstelligt, in denen das Gefäll 1 $^0/_{00}$ beträgt.

Auf 3 Stunden Entfernung von Glasgow befindet sich das Mugdock-Reservoir von 67 Juchart Oberfläche, welches zirka 90 Millionen Kubikfuß aufnehmen kann und bei Arbeiten an der Leitung die Stadt mit Wasser versieht.

Die Höhe des Loch Katrin über den Quais in der Stadt beträgt 360 Fuß, von diesen gehen durch das Gefäll in der Leitung 150 Fuß verloren, so daß die disponible Druckhöhe noch 210 Fuß ist.

Die Anlage wurde durch die Stadtbehörden ausgeführt, welche sich veranlaßt sahen, die früheren unvollkommenen Privatunternehmungen anzukaufen und selbstthätig einzugreifen.

Die Kosten der neuen durch den Ingenieur Bateman ausgeführten Wasserversorgung betragen Fr. 22,950,000. Dazu kommen noch die Ankaufskosten der ältern Wasserversorgung mit Fr. 16,850,000, so daß die Totalkosten Fr. 39,800,000 oder per Kopf der Bevölkerung zirka 88½ Fr., per Kubikfuß täglicher Wasserlieferung bei 3⅓ Millionen 12 Fr., bei 8⅓ Millionen dagegen zirka 5 Fr. betragen.

New-York.

Die Stadt wird ebenfalls mit Flußwasser versorgt, welches durch das natürliche Gefäll zufließt und ohne weitere Reinigung zur Vertheilung gelangt.

In einer Entfernung von 214,000 Fuß oder zirka 13½ Stunden oberhalb der Stadt wurde der Croton-Fluß durch ein Wehr von 50 Fuß Höhe nm 40 Fuß über seinen natürlichen Wasserstand aufgestaut und dadurch ein See gebildet, der auf 6 Fuß Tiefe vom Wasserspiegel 84,000,000 Kubikfuß hält und es soll dieses Quantum zur Ausgleichung der Schwankungen in der zufließenden Wassermenge dienen. Während nämlich auf einen durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch von zirka 6,000,000 Kubikfuß ge-

rechnet wurde, beträgt der Zufluß in trocknen Zeiten bloß 4,500,000 und es muß der Ueberschuß von $1^1/_2$ Millionen täglich aus jenem Vorrath entnommen werden, der somit auf zirka 8 Wochen ausreichen würde. Es ist früher angeführt worden, daß schon bei einer Einwohnerzahl von 500,000 Seelen ein Verbrauch von $7^1/_2$ Millionen Kubikfuß täglich eingetreten ist und die angestellten Berechnungen sich somit als nicht richtig erwiesen haben.

Die Leitung besteht großentheils in einem gemauerten Kanal von $7^1/_2$ Fuß Weite auf $8^1/_2$ Fuß Höhe im Lichten. Das Gefäll beträgt 0.21 ‰. Der Höhenunterschied zwischen dem Croton-See und dem Aufnahmsreservoir in der Stadt beträgt 51 Fuß, bei einer Höhe des letztern von 115 Fuß. Außer dem Harlem-River und dem Manhattan-Thal wurden alle Seitenthäler mittelst Brücken und gemauerten Dämmen überschritten, so daß geschlossene Röhren bloß an jenen beiden Orten vorkommen. Merkwürdiger Weise sind aber beim Uebergang über den Harlem-River die Röhren in 105 Fuß Höhe über dem Wasserspiegel auf eine steinerne Brücke mit 15 Bogen, 8 von 80 Fuß Weite, 7 von 50 Fuß Weite und 100 Fuß lichter Höhe gelegt, so daß das Wasser in ihnen noch unter einem Drucke von zirka 18 Fuß steht. Trotz einer Auslage von mehr als 1 Million Franken für diese Brücke wurden doch die Vortheile des freien Abflusses in offenem Kanal nicht erreicht. Pro laufenden Fuß betragen die Kosten der Leitung zirka 190 Fr. In der Stadt sind 2 Reservoire angebracht, beide offen und somit dem Einfluß der Wärme ausgesetzt.

Das erste, das sogenannte Aufnahms-Reservoir, hat in zwei Abtheilungen eine Fläche von 35 Jucharten, eine Wassertiefe von 20 bis 25 Fuß und einen Wassergehalt von 25 Millionen Kubikfuß. Das zweite, das Vertheilungs- oder eigentliche Dienstreservoir hat ebenfalls in 2 Abtheilungen eine Fläche von zusammen $3^3/_4$ Jucharten, eine Wassertiefe von 38 Fuß und einen Wassergehalt von $3^1/_2$ Millionen Kubikfuß. Die beiden Reservoire halten somit zusammen den Bedarf für $4^1/_2$ Tage.

Die Länge des Röhrennetzes in der Stadt beträgt zirka 718,000 Fuß oder 45 Stunden.

Die Auslagen für diese Wasserversorgung waren:

Leitung mit Grundentschädigung	Fr.	46,390,000
Röhrennetz	„	9,740,000
Geldbeschaffung Zinsen . . .	„	11,495,000
Total	Fr.	67,625,000

somit pro Kopf der Bevölkerung, zu 500,000 Seelen gerechnet, 135 Fr. und pro Kubikfuß Wasser täglich Fr. 11.

Die zur Deckung dieser Ausgaben erhobene Wassersteuer beträgt pro Haus mittlerer Größe 54 Fr. jährlich.

Von den englischen Ingenieuren wird dieser Anlage vorgeworfen, daß mit Vernachlässignng der mannigfachen Hülfsmittel der Neuzeit zu sehr die Werke der Aegypter und Römer nachgeahmt worden seien.

Marseille.

In dieser Stadt von zirka 250,000 Einwohnern handelte es sich bei Herstellung einer Wasserleitung nicht bloß um das für die Stadt selbst nöthige Wasser, sondern eben so sehr um die Bewässerung der Ländereien in weitem Umfang um die Stadt. Das Wasser wird aus der Durance neben der Brücke von Porthuis in einer Höhe von 624 Fuß über Meer entnommen und durch einen 272,000 Fuß oder zirka 17 Stunden langen Kanal an die Grenze des Gebietes von Marseille geführt, wo es sich auf 2 Seiten theilt, östlich gegen die Stadt selbst, westlich gegen l'Estaque. Die Länge der Vertheilungs- und Bewässerungskanäle in der Umgebung von Marseille beträgt zusammen zirka 15 Stunden und sie gestatten es, die sonst kahlen und glühenden Felsen in fruchtbare Abhänge zu verwandeln. Bei niedrigem Wasserstand dürfen aus der Durance 18 Millionen Kubikfuß täglich entnommen werden, bei höherem Stande dagegen bis zu 32 Millionen und es ist auch wirklich der Kanal auf letzteres Quantum eingerichtet worden.

Mit Ausnahme der Tunnels, welche beim Hauptkanal eine Länge von zusammen 56,400 Fuß, bei den Vertheilungskanälen eine solche von 13,000 Fuß haben, ist der Kanal offen, somit das Wasser dem Einfluß der äußern Temperatur ausgesetzt. Die Breite in der Sohle beträgt 10 Fuß, diejenige am Wasserspiegel bei einer Tiefe von 5 Fuß, welche der kleineren Wasserlieferung entspricht, $23^1/_3$ Fuß, in der Höhe von 8 Fuß über der Sohle $31^1/_3$ Fuß, das Gefälle ist 0.3 $^0/_{00}$. In den Tunnels beträgt die Weite im Lichten $11^1/_3$, die Höhe $12^1/_3$ Fuß, das Gefäll 1 $^0/_{00}$. Diese Dimensionen wurden in der Voraussetzung berechnet, daß im offenen Kanal bei 5 Fuß Wassertiefe und 2.'8 Geschwindigkeit täglich 18 Millionen Kubikfuß, bei $6^2/_3$ Fuß Wassertiefe und 3 Fuß Geschwindigkeit 32 Millionen Kubikfuß zufließen sollen. In den Tunnels ist die Geschwindigkeit entsprechend größer.

Eine Hauptbaute bildet der Aquadukt von Roquefavour, wo der Kanal auf einer Bogenstellung von 1333 Fuß Länge in 277 Fuß Höhe über die Thalsohle weggeführt ist.

Für die Versorgung der Stadt bildet die fast ununterbrochene Trübung des Wassers einen großen Uebelstand, während dieselbe zu den Bewässerungen im Gegentheile vortheilhaft ist. Am Eingang der Stadt ist ein großes Filtrirbassin von 88,000 Quadratfuß Oberfläche erstellt worden, in 2 Abtheilungen getheilt und aus 2 Etagen bestehend. Auf den Gewölben der ersten, ein Reservoir für das filtrirte Wasser bildenden Etage liegt die 2.'7 starke Filtrirschicht, während die Gewölbe der obern Etage mit einer Erdauffüllung gedeckt sind. Das Reinigen der Filter sollte durch eine von unten nach oben gerichtete Strömung, welche den abgelagerten Schlamm wegspühlt, geschehen.

Das Durance-Wasser ist aber so trüb, daß die Filtration zuweilen schon nach wenigen Stunden aufhören würde und es sind daher oberhalb mehrere Klärungsbassins angelegt, in denen das Wasser durch Stillliegen sich einigermaßen läutern soll. Ein großes Reservoir zu diesem Zweck ist zirka 4 Stunden oberhalb Marseille gebildet worden, indem ein Thal durch einen gemauerten Querdamm abgeschlossen worden ist. Die Fläche dieses Reservoirs beträgt zirka 200 Jucharten und sein Wassergehalt beim kleinsten Wasser zirka 150 Millionen Kubikfuß. Aber auch hier bilden sich erschreckend große Ablagerungen, obschon das Wasser noch zu trüb bleibt, um ohne allzu große Kosten eine fortgesetzte Filtration zu gestatten. So wird es gewöhnlich mit Umgehung der Filter direkt in das Röhrennetz geleitet und es besteht nur das Bestreben, durch Erzeugung einer möglichst starken Strömung in allen Zweigen des letztern einen Schaden durch Verschlammung zu vermeiden, indem man im Uebrigen den Privaten überläßt, sich ihr Trinkwasser selbst zu filtriren. Diese Strömung in den Leitungen wird dadurch unterstützt, daß dem Hafen täglich ein Quantum von zirka 3 Millionen Kubikfuß Wasser zugeleitet werden muß.

Die Kosten der Kanalanlage mit Nebenbauten sollen bis auf 45,000,000 Fr. gestiegen sein, was $2^1/_2$ Fr. pro Kubikfuß täglicher Wasserlieferung ergiebt. Per Kopf der Bevölkerung macht dieß allerdings Fr. 180, wobei jedoch nicht übersehen werden darf, daß ein Hauptzweck die Bewässerungen außerhalb der Stadt waren, deren Kosten sich nicht auf die Stadtbewohner vertheilen lassen.

Weitaus zahlreicher als diese Fälle einer Zuleitung des Flußwassers durch das natürliche Gefäll sind diejenigen, wo solches durch Pumpen gehoben wird.

Das einfachste Beispiel einer Flußwasserversorgung mit Pumpen liefert

Genf.

Das durch Stagniren im Genfersee vollkommen geklärte Rhonewasser wird durch Pumpen gehoben, aus deren Windkesseln es in die Leitungen strömt. Als treibende Kraft dient ebenfalls die Rhone, welche durch ein bewegliches Wehr aufgestaut ist und mehrere Fuß Gefäll liefert. So geschieht das Pumpen ohne weitere Betriebsauslagen als die Besorgung der Maschinen. Die ganze Anlage gehört der Stadt und rührt schon aus früheren Zeiten her, ist aber in den letzten Jahren durch Hinzufügung eines neuen Wasserrades mit Pumpen bedeutend vergrößert worden, um dem durch Erbauung der neuen Quartiere und der Promenaden in der Stadt gewachsenen Bedürfniß nach Wasser entsprechen zu können.

Die Rhone ist so klar, daß das Wasser keiner Reinigung bedarf, um zu allen Zwecken verwendet werden zu können. Dagegen ist es im Sommer sehr warm und wird daher in den wohlhabenderen Häusern, so weit es zum Trinken dient, mit Eis gekühlt.

Ein Vertheilungsreservoir ist keines vorhanden. Wohl befindet sich auf dem Dachboden des Stadthauses ein Vertheilungskasten, der aber mehr nur als Druckregulator und Ueberlauf dient und für die Ausgleichung von Schwankungen im Verbrauch viel zu klein wäre. Damit hängt denn auch die ausschließliche Wasserabgabe nach dem Kaliberhahnsystem mit Cisternen in den Häusern zusammen.

Bei einer Bewohnerzahl des versorgten Gebietes von 60,000 Seelen und bei 2200 Häusern beträgt die per Tag gelieferte Wassermenge.

Für den Hausverbrauch und industrielle Zwecke . . .	104,000	Kubikfuß.
für große Brunnen . . .	52,000	"
für kleinere Brunnen . . .	42,000	"
für Trottoirbrunnen, Pissoirs	35,000	"
für Springbrunnen 2c., zum Straßenspritzen	160,000	"
zusammen	393,000	Kubikfuß.

Das Wasser zum Hausverbrauch liefert eine Einnahme von Fr. 58,500 (à 30 Fr. Jahreszins pro Litre in der Minute).

Die Wassermenge per Kopf ist mithin hier auf $6^1/_2$ Kubikfuß gestiegen, wovon allerdings bloß $1^1/_2$ in den Häusern abgegeben werden.

Diese Anlage ist so allmälig entstanden, daß ihre Kosten sich nicht angeben lassen, doch bestehen solche bloß in den Auslagen für die Pumpen mit Wasserrädern und für das Leitungsnetz. Die jährlichen Auslagen sollen zirka 15,000 Fr. betragen.

Chicago.

Bemerkenswerth durch ihren Wasserbezug aus einem See ohne künstliche Reinigung ist die Stadt Chicago am Michigansee. Da hier das an sich reine Wasser des See's in der Nähe des Ufers durch die Wellen sowohl als das Abwasser der Stadt getrübt wird, faßt man dasselbe in zirka 10,000 Fuß Abstand vom Ufer in einer Tiefe von 60 Fuß und leitet es durch einen 5 Fuß weiten Stollen, der unter dem aus Letten bestehenden Seegrunde durchgetrieben wurde, zu dem Pumpenschachte; dabei berücksichtigte man einen täglichen Bedarf von zirka $9^1/_2$ Millionen Kubikfuß. Der Stollen hat gegen das Ufer hin 18 Fuß Gefäll. Die Wasserfassung soll um zirka 1,700,000 Fr. oder 160 Fr. pro laufenden Fuß verakkordirt worden sein. Wenn man die Schwierigkeiten bedenkt, welche die Erstellung eines gemauerten Tunnels in solcher Tiefe unter dem Wasserspiegel bieten mußte, sowie daß es sich hier nicht darum handelte, das Wasser aus der Tiefe des See's durch freien Lauf, sondern durch den Druck des höhern Wasserstandes in den Pumpenschacht zu fördern, so müssen besondere Gründe maßgebend gewesen sein, um diesem Verfahren gegenüber demjeniger eiserner, einfach auf den Seeboden versenkter Röhren den Vorzug zu verschaffen. (Förster, Bauzeitung 1867 I.)

Wenige Städte sind in so günstigen Verhältnissen, das Wasser vollständig gereinigt unmittelbar aus einem Flusse oder See schöpfen zu können. Wenn dennoch in verschiedenen Städten wie Paris, London, während langer Zeit, ja theilweise gegenwärtig noch von einer Reinigung abgesehen wurde, erklärt sich dieß nur durch die niedrigen Ansprüche, welche dort an ein Brauchwasser gestellt werden, und durch die Gewohnheit einer Filtration des Trinkwassers in den einzelnen Häusern. Eine solche wird jedoch namentlich in den ärmsten Häusern nur unvollstäudig oder gar nicht vorgenommen und

kann daher die Nachtheile der Vertheilung von unreinem Wasser keineswegs aufheben, so daß sich eine Reinigung des aus Flüssen zu schöpfenden Wassers als nothwendig erweist. Man hat sich in Frankreich lange gestritten, ob eine Filtration des Wassers im Großen möglich sei oder nicht, während London durch die allgemeine Einführung dieser Filtration für deren Möglichkeit schon den schlagendsten Beweis geliefert hatte. Eine Reinigung kann geschehen

1. mittelst Klärung durch Ruhe,
2. durch Filtration und zwar durch
   a. natürliche Filtration,
   b. künstliche Filtration.

Die Klärung durch Ruhe fand bis in die neueste Zeit in

Hamburg

statt. Die dortige Wasserversorgung kam im Jahr 1848 in Betrieb und ist Eigenthum der Stadtverwaltung. Das aus der Elbe geschöpfte Wasser wurde zur Fluthzeit in große Bassins eingelassen. in denen sich beim Stagniren die gröbsten Unreinigkeiten niederschlugen, ohne daß jedoch das Wasser dadurch eigentlich klar geworden wäre. Aus diesen Bassins wurde es durch Pumpen in die Höhe gehoben und vertheilt sich aus den in einem Thurme um das Kamin herum befindlichen Standröhren in das Leitungsnetz der Stadt.

Bemerkenswerth ist hier die große Verbreitung der Wasserabnahme, da trotz der mangelhaften Qualität des Wassers im Jahre 1860 $85\frac{1}{2}$ % der Häuser mit Wasser versehen waren.

Auch hier wird die Reinigung durch Klärung als ungenügend angesehen und eine solche durch künstliche Filtration eingeführt.

Die Filtration besteht darin, daß das mehr oder weniger verunreinigte Wasser seinen Weg durch die Poren eines andern Körpers suchen muß, wobei die Geschwindigkeit der einzelnen Wassertheilchen sehr klein ist und die mitgeführten fremden Bestandtheile an dem filtrirenden Stoffe hängen bleiben. Mit diesem Wesen der Filtration hängt zusammen, daß sich die Kanäle in der filtrirenden Substanz allmälig durch die abgesetzten Unreinigkeiten verstopfen und dann kein Wasser mehr durchlassen, sowie daß sich der größte Theil der Unreinigkeiten ganz im Anfang der filtrirenden Schicht und auf deren Oberfläche absetzt.

Die fitrirenden Substanzen können im Großen nur aus Sand und Kies bestehen, alle anderen Stoffe sind zu theuer, um Ver-

wendung zu finden. Dabei wirkt der Sand eigentlich filtrirend, der Kies dagegen dient zum Zurückhalten des Sandes, oder bildet im gewachsenen Boden Adern, durch welche das Wasser vorzugsweise seinen Weg findet. Bei dieser Filtration durch Sand werden nur die mechanisch beigemengten Stoffe zurückgehalten, die chemisch aufgelösten namentlich organischen Beimengungen dagegen bleiben unverändert. Diese könnten nur durch Filtration mittelst Kohle zurückgehalten werden, die aber im Großen der Kosten und der häufig nothwendig werdenden Erneuerung wegen nicht wohl anwendbar ist.

Die Filtration ist entweder eine natürliche oder eine künstliche. Letztere besteht darin, daß eine größere oder kleinere Fläche künstlich zur Filtration eingerichtet wird. Eine Schicht feinen Sandes liegt auf einer solchen gröbern Sandes auf, unter dieser folgt wohl eine Schicht Muschelschaalen, dann feinerer, später gröberer Kies und das Ganze liegt entweder auf einem Netz von Drainröhren oder gemauerten Kanälen oder aber auf einer losen Schüttung von Bruchsteinen, deren Zwischenräume hinlängliche Kanäle bilden. Es wird später bei Betrachtung der künstlichen Filter an den verschiedenen Orten noch Gelegenheit sein, über die Dicke der verschiedenen Schichten und deren Wirkung näher einzutreten.

Die Abscheidung der im Wasser enthaltenen Unreinigkeiten findet hier ganz ausschließlich in der obersten Schichte Sand und an deren Oberfläche statt und erstreckt sich nicht tiefer als zirka ein Zoll, so daß weiter abwärts keine Spur von Verunreinigung zu entdecken ist. Behufs Reinigung des Filters braucht daher einfach die oberste Sandschicht mit den auf ihrer Oberfläche abgesetzten Unreinigkeiten abgehoben zu werden, wo dann die nächsttiefere zur Wirkung gelangt. Ist die Gesammtdicke des Sandes durch wiederholtes Abheben auf ungefähr die Hälfte gesunken, so wird durch Aufschütten frischen Sandes, oder vielmehr des ausgewaschenen alten Sandes die ursprüngliche Höhe hergestellt. Da somit bloß die oberste Sandschicht zur Wirkung kommt, ist schon vorgeschlagen worden, die Dicke des Filters durch Beschränkung auf das unbedingt Nothwendige, auf 1 bis 1½ Fuß, zu vermindern. Nach dem Gesetz, daß die durch eine bestimmte Fläche filtrirte Wassermenge im Verhältniß zum Wasserdruck und in umgekehrtem Verhältniß zur Dicke des Filters steht, ließe sich so nicht bloß eine Verminderung der Erstellungskosten, sondern auch eine Vermehrung der Was-

sermenge erreichen. Die angeführten Beispiele werden jedoch zeigen, daß man im Großen von einer andern Anschauung ausgeht, und eine größere Dicke der Filtrirschicht für nothwendig hält. Es wird solches dadurch begründet, daß wenn auch die Absetzung der Unreinigkeiten nur in der obersten Schicht geschieht, die vermehrte Dicke zur Verminderung der Geschwindigkeit der einzelnen Wasserfäden nöthig ist, bei der erst eine vollkommene Reinigung eintritt und auch die einzelnen Sandkörnchen nicht fortgerissen werden.

Eine ähnliche Abwechslung von Sand und Kies wie sie bei den künstlichen Filtern hergestellt wird, findet sich häufig längs den Flüssen, nur ist hier nicht die gleiche regelmäßige Anordnung, sondern es wechselt der eigentlich filtrirende Sand unregelmäßig mit Kies ab. Wenn dadurch die Klärung des Wassers nur um so vollständiger und auf einer viel größern Fläche geschieht, findet dagegen die Absetzung der Unreinigkeiten nicht mehr an einem bestimmten Orte oder an der Oberfläche statt, sondern oft im Innern des Bodens, wo das Wasser zufällig auf die Sandschicht trifft. Von einer Reinigung kann hier keine Rede sein, und beruht hierauf die an den meisten Orten bei natürlichen Filtern gemachte Erfahrung, daß sich deren Wasserlieferung mit der Zeit vermindert, ohne daß ein Mittel dagegen gefunden werden könnte.

Allerdings gibt es auch hier Ausnahmen. Findet die Filtration in einer Sandbank unmittelbar an der Oberfläche statt und ist die Strömung des Flusses bei Hochwassern hinreichend, um von Zeit zu Zeit die Oberfläche der Sandbank aufzuwühlen und die abgesetzten Unreinigkeiten auszuwaschen, so wird das Wasser vollkommen rein in die tiefern Schichten gelangen und es tritt keine Abnahme im Quantum ein. Sobald jedoch die Strömung so wächst, daß auch der Sand an der Oberfläche weggerissen wird und der Kies zu Tage tritt, wird die Filtration mehr ins Innere gerückt und dadurch mit der Zeit eine Abnahme herbeigeführt. Ein fortwährendes Gelingen der natürlichen Filtration ist somit an bestimmte lokale Verhältnisse geknüpft, welche sich kaum mit Sicherheit voraussehen lassen.

Diese Filtration wird dadurch nutzbar gemacht, daß entweder in einiger Entfernung von einem Flusse eine Art Brunnen, ein größeres Bassin oder aber ein längerer, dem Flusse paralleler Kanal gegraben und daraus das Wasser durch Pumpen geschöpft wird. Diese verschiedenen Ausgrabungen können entweder offen bleiben,

mit einem Steinwurf ausgefüllt werden, dessen große Zwischenräume den Zufluß des Wassers zu den Pumpen wenig hemmen, oder endlich ein gemauertes Reservoir oder einen Parallelkanal aufnehmen, wo der Zufluß durch den Boden allein oder auch durch die durchlöcherten Wände stattfindet. Das erste Verfahren hat den Nachtheil, daß sich in den offenen Gruben oder Teichen bald ein lebhafter Pflanzenwuchs bildet und auch das Wasser dem Einfluß der äußern Temperatur zu sehr ausgesetzt ist. Das zweite ist das billigste, doch möchten bei sehr großem Zufluß die Zwischenräume zwischen den losen Steinen nicht ausreichen und muß dann zu der dritten, kostbilligsten aber vollkommenen Anlage geschritten werden.

Den Anstoß zur Einrichtung einer natürlichen Filtration geben gewöhnlich die in einiger Entfernung von den Flüssen befindlichen Sodbrunnen, die klares und kühles Wasser in reichlicher Quantität haben. Solche werden entweder vom Flusse aus gespeist oder wenn das Flußbett selbst, wie solches häufig der Fall, undurchlassend ist von unterirdischen, längs des Flusses oder gegen solchen gerichteten seitlichen Strömungen. Die Natur dieser Zuflüsse läßt sich leicht durch den Härtegrad beurtheilen, im erstern Fall wird das Wasser nahezu denselben Härtegrad zeigen wie dasjenige im Fluß, im letztern dagegen einen ziemlich höhern. Die zu erhaltende Wassermenge wird gewöhnlich nach dem Ertrag eines einzelnen Brunnens oder Probeloches geschätzt, wobei man annimmt, daß durch Vergrößerung desselben in ein Bassin oder einen Filtrationskanal die Wassermenge verhältnißmäßig steige, was jedoch schon zu den schwersten Mißgriffen Anlaß gegeben hat. Jedem Punkte, an dem durch Pumpen der Wasserspiegel gesenkt wird, strömt nämlich von allen Seiten das Wasser durch die vorhandenen Kanäle zu und es entspricht die gepumpte Wassermenge der Filtration in einem beträchtlichen Umkreis um den Brunnen. Bei einer Vergrößerung des Brunnens wird das Filtrationsgebiet nur unbedeutend vergrößert, allerdings der Widerstand gegen den Zufluß der Wassertheilchen etwas vermindert und damit die Zuflußmenge vermehrt, aber keineswegs im Verhältniß zur Ausdehnung der Fläche. Etwas günstiger wirkt die Verlängerung eines Saugschachtes in einen Kanal, da hier bei der bedeutenden Länge wirklich eine Ausdehnung des Filtrationsgebietes stattfindet und neue Theile des Flußbettes oder seitliche unterirdische Zuflüsse zur Wirkung kommen; aber auch hier würde man sich sehr irren, wenn man die Vermehrung in der gelieferten

Wassermenge der Längenausdehnung der Saugkanäle proportional setzen wollte.

Bei der natürlichen Filtration ganz wie bei der künstlichen wächst die Wassermenge mit dem Ueberdruck des äußern Wasserspiegels gegenüber demjenigen jenseits des Filters, doch darf hier ein gewisses Maaß nicht überschritten werden, sofern nicht in den immer mehr oder weniger unregelmäßigen Sandadern Auswaschungen entstehen sollen, welche die Filtration unvollkommen machen.

Ist nach dem Vorstehenden die natürliche Filtration eigentlich unbestimmter und komplizirter als die künstliche, so nähert sie sich doch eher den Quellen, daher wir die Städte, bei denen sie zur Anwendung kam, vor denjenigen mit künstlicher Filtration betrachten wollen.

Toulouse.

In dieser Stadt, welche 1830 zirka 60,000, jetzt aber über 100,000 Einwohner zählt, kam die natürliche Filtration zuerst in größerem Maßstab zur Anwendung. Die Wassermenge von zirka 150,000 Kubikfuß täglich wird in 3 natürlichen Filtern auf einer oberhalb der Stadt in der Garonne liegenden Sandbank gewonnen und durch Dampfmaschinen gehoben. Die drei Filter wurden successive erstellt, da man von jedem die ganze nöthige Wassermenge erwartete und immer erst wenn sich die gehegten Erwartungen nicht erfüllten, an eine weitere Ausdehnung schritt.

Der erste Filter liegt zirka 130 Fuß vom Rande des Wassers, hat eine durchschnittliche Breite von 33 Fuß, eine Länge von 360 Fuß und eine Tiefe der Sohle von $3^1/_3$ Fuß unter dem niedrigsten Wasserstand. Seine Fläche beträgt 12,000 Quadratfuß und die Wasserlieferung hierbei per Tag zirka 70,000 Kubikfuß. Die Länge des Filters sollte anfänglich nur 110 Fuß betragen, war aber auf obiges Maaß vergrößert worden, da sich die Wasserlieferung bloß zu durchschnittlich 48,000 Kubikfuß ergeben hatte. Dennoch wurde auch durch diese Erhöhung der Länge fast auf das 4fache die Wassermenge nur um die Hälfte vermehrt.

Während das Wasser aus diesem Graben anfänglich klar und schmackhaft war, bildete sich unter dem Einfluß des Lichtes und der Wärme bald eine lebhafte Vegetation, durch welche jenes verdorben wurde. Man füllte daher die ganze Grube bis zum gewöhnlichen Wasserstand mit grobem Geröll auf, das mit dem ausgehobenen feineren Kies und zuletzt mit Erde zugedeckt wurde, so

daß die natürliche Bodenfläche wieder hergestellt war. Unter dieser Decke bleibt das Wasser fortwährend gut.

In Folge des allzu geringen Ertrages des Filters mußte ein zweiter erstellt werden. In einem Abstande von bloß 33 Fuß vom Flusse wurde ein Graben geöffnet und in solchem 11 getrennte Brunnen erstellt, die bis zu 3—4 Fuß unter den Niederwasserspiegel reichen und durch eine Röhre verbunden sind, welche das Wasser am einen Ende den Pumpen zuführt. Dieser zweite Filter ergab zirka 45,000 Kubikfuß Wasser, so daß also das Gesammtquantum immer noch zu klein war; zudem war dieses Wasser der allzu großen Nähe des Flusses wegen schlecht, hatte einen Schlammgeschmack und war den Temperaturwechseln des Flußwassers ganz unterworfen.

Man mußte daher zur Erstellung eines dritten Filters schreiten. Es besteht solcher in einem flußaufwärts von den beiden ersten Filtern in zirka 100 bis 170 Fuß Abstand vom Flusse, auf 830 Fuß Länge und 4 Fuß unter den Niederwasserstand ausgehobenen Graben. Auf der Sohle wurde ein kleiner Kanal von 5 Fuß Höhe und 2 Fuß Weite mit leeren Fugen gemauert, welcher das Wasser sammelt und abführt. Die Räume neben dem Kanal wurden wieder mit großen Geröllen ausgefüllt und die ganze Fläche mit Kies und zuletzt mit Erde dem gewachsenen Boden gleichgemacht.

Dieser dritte Filter liefert ein gutes und klares Wasser in einer Menge, welche ungefähr dem der beiden andern zusammen entspricht, so daß der damals auf 150,000 Kubikfuß angesetzte Bedarf mehr als gedeckt war. Der letzte Filter wurde im Jahre 1829 erstellt und es soll sich seither die Wasserlieferung gleich geblieben sein.

Die für Gewinnung des Wassers erlaufenen Kosten betragen:

Erster Filter . .	44,672	
Zweiter Filter . .	27,055	
Dritter Filter . .	67,871	
		139,598
Zu- und Ableitungskanäle		169,753
Wasserthurm . . . . :		91,656
Maschinen und Pumpen .		105,897
		Fr. 506,904

Wenn bei dieser Anlage anfangs verschiedene Mißgriffe gemacht wurden, die Wasserlieferung nie den Erwartungen entsprechen wollte, kann der schließliche Erfolg doch als vollkommen befriedigend bezeichnet werden. In Folge des Wachsens der Bevölkerung ist die Wassermenge wieder zu klein geworden, da 150,000 Kubikfuß sich auf mehr als 100,000 Einwohner vertheilen, doch kann dieß nicht der Gewinnungsart des Wassers zum Vorwurf gemacht werden, sondern beruht in einer Mißrechnung hinsichtlich des nothwendigen Quantums.

Lyon.

Diese Stadt von 300,000 Einwohnern ist nach dem Beispiel von Toulouse mit einer Wasserversorgung, welche sich auf die natürliche Filtration stützt, versehen worden; die Eröffnung fand im Jahre 1856 statt. Als nothwendige Wassermenge war anfänglich in dem Vertrag zwischen den Stadtbehörden und der die Wasserversorgung betreibenden Compagnie générale des eaux ein tägliches Wasserquantum von 740,000 Kubikfuß angenommen, durch nachträgliche Verträge wurde dasselbe auf mehr als 1,670,000 Kubikfuß oder zirka $5^1/_2$ Kubikfuß per Kopf erhöht. Ein Projekt für Zuleitung von Quellwasser, das namentlich in sanitarischer Hinsicht befürwortet worden war, mußte dahinfallen, da die disponible Wassermenge von 40,000 Kubikfuß per Tag viel zu klein war. Die Erfahrung, daß trotz der mangelhaften Filtration, bei der häufig ungereinigtes Rhonewasser in die Leitungen gepumpt wurde, ein fortwährend steigender Bedarf eintrat, der zur Verdoppelung des ursprünglichen Quantums führte, zeigt, wie richtig die getroffene Wahl und die Fürsorge für die Möglichkeit einer Steigerung war.

Die Pumpen und Filter befinden sich eine halbe Stunde oberhalb der Stadt am rechten Rhoneufer neben St. Clair in einer kleinen, zirka 16—20 Fuß über dem Niederwasser der Rhone liegenden, aus Kies und Sand bestehenden Ebene. Versuche zeigten, daß das Material dieser Ebene, welche in allen Beziehungen günstig gelegen war, sich zur natürlichen Filtration eigne. Aber auch hier wie in Toulouse machte man die Erfahrung, daß die auf jene Versuche hin projektirten Anlagen zur Filtration sich als ungenügend erwiesen und eine ganz unvorhergesehene Ausdehnung derselben nothwendig wurde.

Ursprünglich sollte die Wassermenge von 740,000 Kubikfuß

durch einen gewölbten Filtrationskanal von 400 Fuß Länge, $16^2/_3$ Fuß lichter Weite, 10 Fuß Tiefe der Sohle unter dem Niederwasser und in zirka 80 Fuß Entfernung vom Wasser liegend gewonnen werden. Die Widerlager und das Gewölbe dieses Tunnels wurden wasserdicht gemauert, so daß die Filtation nur in der Sohle stattfand.

Bald zeigte sich diese Anlage als ganz ungenügend zur Lieferung der nöthigen Wassermenge und es wurde innerhalb des Kanales ein Filtrationsbassin von 147 Fuß Länge auf 128 Fuß Breite und ebenfalls 10 Fuß Sohlentiefe unter dem Niederwasserspiegel erstellt. Das ganze Bassin ist mit Kreuzgewölben von $21^2/_3$ Fuß Weite, welche auf 30 Pfeilern ruhen und eine Erdauffüllung tragen, gedeckt. Die Widerlager sind in der Höhe des Niederwassers angesetzt und die vorliegende Böschung ist durch eine Pflästerung mit trockenen Steinen gegen Auswaschung gesichert.

Ungeachtet man so eine Filtrationsfläche von zirka 24,500 Quadratfuß gewonnen hatte, zeigte sich die Wasserlieferung bei niedrigem Wasserstand immer noch zu gering und man wurde zur Anlage eines zweiten Bassins veranlaßt, das merkwürdiger Weise unmittelbar neben dem ersten und ganz hinter dem Filtrationskanal in dem durch diese schon entwässerten Boden erstellt wurde. Seine Konstruktion enspricht ganz dem ersten Bassin, nur ist es noch größer. Bei einer Breite von 133 Fuß und einer Länge von 180 Fuß hat dieses Bassin eine Fläche von zirka 24,000 Quadratfuß, so daß dadurch die gesammte Filtrationsfläche auf zirka 48,500 Quadratfuß gesteigert wurde. Nichts desto weniger werden bei Niederwässer doch nur 45,000—55,000 Kubikfuß täglich oder bloß ungefähr 1 Kubikfuß per Quadratfuß Fläche filtrirt, und es muß der Mehrverbrauch unfiltrirt aus der Rhone bezogen werden. Diese geringe Lieferung zeigt, wie falsch das Verfahren war, in dem durch den ersten Filtrationskanal schon entwässerten Boden durch Vergrößerung der Grundfläche eine Vermehrung der Wassermenge erzielen zu wollen.

Die Erstellung dieses zweiten Filtrirbassins wurde um die runde Summe von Fr. 95,000 oder zirka 4 Fr. pro Quadratfuß verakkordirt.

Ein Versuch, durch Aufstellung einer besondern Dampfmaschine den Wasserspiegel in den Filtern mehr zu senken, so daß der Ueberdruck des äußern Wassers von $6^1/_2$ auf 10 Fuß erhöht wurde,

verursachte Bewegungen in den filtrirenden Schichten und bedrohte die Fundamente der Maschinen und der Gewölbe über den Filtern, so daß ganz davon abgegangen werden mußte und die angeschaffte Maschine zu einem andern Zweck verwendet wird.

Um den Uebelständen abzuhelfen, wurde durch einen Nachtragsvertrag zwischen der Stadt und der Wassergesellschaft bei Anlaß der Wasserlieferung in den am jenseitigen Rhoneufer liegenden Park de la tête d'or das gesammte Wasserquantum auf 1,670,000 Kubikfuß täglich erhöht und die Erstellung eines weitern Filtrationskanales angeordnet. Derselbe soll weiter aufwärts, oberhalb der zirka 700 Fuß entfernten Brücke für die Lyon-Genfer Bahn, ebenfalls am rechten Rhoneufer erstellt werden und kann bis auf eine Länge von zirka 1333 Fuß ausgedehnt werden. Die Sohle kommt ebenfalls anf 10 bis 13 Fuß unter den Niederwasserstand zu liegen und die Konstruktion entspricht derjenigen des ursprünglichen Kanals. Die Kosten werden bis auf 300,000 Fr. von der Stadt, welche die Arbeit ausführt, vorgestreckt und durch die Gesellschaft mittelst Abgabe von Wasser verzinst, eine allfällige Mehrauslage fällt auf die Stadt.

Das Wasser der sämmtlichen Filtrirbassins und Filtrirkanäle fließt in den gemeinschaftlichen Saugschacht der drei Dampfmaschinen, von denen jede 170 Pferdekraft hat, und wird durch sie in die verschiedenen Leitungssysteme gepumpt.

Die Versorgung der Stadt ist nämlich in drei Zonen eingetheilt, eine von niedrigem Druck, eine mit mittlerem Druck und eine mit hohem Druck. Die Zone des niedrigen Druckes begreift den größten Theil der Stadt in sich. Das Vertheilungsreservoir von 370,000 Kubikfuß Wassergehalt liegt unmittelbar neben den Pumpen und seine Sohle ist 134 Fuß über dem Platze Bellecourt. Die Zone des mittleren Druckes begreift die höher liegenden Stadtquartiere, Croix rousse, in sich, das Vertheilungsreservoir von 222,000 Kubikfuß Inhalt liegt auf der Höhe von Montessuy 295 Fuß über dem Platze Bellecourt. Zur Ausgleichung des Wasserverbrauchs in der Stadt ist noch ein Reservoir von 148,000 Kubikfuß Gehalt im alten Jardin des plantes erstellt auf 96 Fuß über dem Platz Bellecourt, das sowohl von dem Niederdruck- als von dem Mitteldruck-Reservoir gespeist werden kann.

Die Zone des hohen Druckes begreift das Quartier von Fourvières, auf der Höhe am rechten Saone-Ufer gelegen, in sich.

Das Wasser für dieselbe wird durch eine eigene Maschine aus dem Mitteldruckreservoir geschöpft und auf eine neben diesem erstellte eiserne Säule von 183 Fuß Höhe gepumpt, von deren Gipfel es nach Fourvières hinüberfließt. Ein Reservoir für diese Zone, 37,000 Kubikfuß haltend, liegt am Ende der Leitung in La Sarra 148 Fuß über dem Mitteldruck-Reservoir von Montessuy.

Die Reservoire halten zusammen mit Inbegriff des alten Reservoirs von Croix rousse eine Wassermenge von 815,000 Kubikfuß oder bei der jetzigen Ausdehnung ungefähr den Bedarf für einen halben Tag. Die Länge des Leitungsnetzes beträgt zirka 300,000 Fuß oder 19 Stunden.

Die gesammten Anlagekosten beliefen sich nach dem Rechenschaftsberichte der Gesellschaft vom Jahr 1863 auf 9,721,132 Fr. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß in richtiger Würdigung des Zusammenhanges der Wasserversorgung mit den Abzugskanälen gleichzeitig mit der Wasserversorgung ein Kanlnetz ausgeführt wurde, dessen Kosten sich bis Anfang 1859 auf zirka 1,620,000 Fr. beliefen, die auf Rechnung der Gesellschaft fielen, so daß die Auslagen für die Wasserversorgung an sich nur 8,100,000 Fr. oder per Kopf der Bevölkerung 27 Fr. ausmachten; dazu sind noch die erst später verausgabten Kosten für den neuen Filtrationskanal zu rechnen, welche durch die Stadt, und verschiedene andere Auslagen, welche durch die Gesellschaft bezahlt werden, zusammen zirka 600,000 Fr., was die Anlagekosten pro Kopf auf 29 Fr. erhöht.

Die Betriebsausgaben betrugen im Jahr 1862 Fr. 233,109, welche sich theils auf die Besorgung der Maschinen und das Pumpen des Wassers, theils auf den gewöhnlichen Unterhalt vertheilen. Nimmt man diesen letztern Theil zu Fr. 60,000 nach Verhältniß der Summe von Fr. 57,800, welche dafür bei der ungefähr gleich wichtigen Wasserversorgung von Brüssel im Jahr 1862 verausgabt wurde, so bleiben für die Hebung des Wassers Fr. 173,000, entsprechend einem Kapital von Fr. 3,460,000 oder per Kopf zirka 11 Fr. und zusammen mit den Anlagekosten Fr. 40.

Im Jahre 1862 betrugen die Einnahmen	665,141. 21
die Ausgaben	233,109. 62
somit der Reinertrag	432,031. 59

was einer Verzinsung des ganzen Anlagekapitals zu ungefähr $4^1/_2$ % entspricht.

Das Wasser wird der Stadtbehörde zu Fr. 0.15 pro 100 Kubikfuß abgegeben, den Privaten und industriellen Gewerben dagegen zu einem, mit der Größe des Verbrauches abnehmenden Preis von Fr. 0.82 bis 0.25 pro 100 Kubikfuß.

Wenn die hiesigen Filtrationskanäle mit ihren fortwährend nöthig gewordenen Verlängerungen von verschiedener Seite als Beweis einer allmäligen Abnahme des filtrirten Wasserquantums angesehen werden wollen, so möchte dieser Schluß im vorliegenden Falle etwas voreilig sein, da jene Verlängerungen und Zusätze nöthig wurden, um überhaupt die Wasserlieferung auf das nothwendige Maaß zu bringen und ihre dem Wesen der natürlichen Filtration widersprechende und die in Toulouse gemachten Erfahrungen ganz außer Acht lassende Anordnung es begreiflich macht, daß der erwartete Erfolg immer ausblieb.

Wien.

Die Stadt Wien ist schon oben als Beispiel für Herstellung einer Quellwasserversorgung angeführt worden, welch letztere dem dringenden Wassermangel abhelfen soll.

Das Wasser wird nämlich gegenwätig der zirka 500,000 Einwohner zählenden Stadt neben mehreren kleineren Brunnenleitungen, welche täglich zirka 40,000 Kubikfuß zu öffentlichen und 19,000 Kubikfuß zu Privatzwecken herbeiführen, durch die Kaiser Ferdinands-Wasserleitung in einem Quantum von bloß 260,000 Kubikfuß täglich geliefert.

Diese Wasserleitung schöpft ihr Wasser aus dem Kiesboden neben dem Donaukanale oberhalb der Stadt, so daß solches ebenfalls durch natürliche Filtration gereinigt wird. Auch hier trifft man wieder eine beständige Folge von Arbeiten, welche den gehegten Erwartungen nicht entsprachen, daher immer weiter ausgedehnt werden mußten, um nur das ursprünglich vorgenommene Ziel erreichen zu können. Das Uebel soll hier noch vergrößert werden durch die nachweisbare Verschlammung der frühern Anlagen, welche mit der Zeit ganz zu wirken aufhören, so daß nie auf ein Ende der Arbeiten gehofft werden kann.

Uebrigens braucht man nicht einmal eine Verschlammung anzunehmen, um zu begreifen, daß durch Erstellung von viel tiefern Saugkanälen den ältern höhern ihr Wasserzufluß entzogen wird, man müßte sich im Gegentheil wundern, wenn dieß nicht geschehen würde.

Als es im Jahr 1836 nicht gelang, mit den vorhandenen

Pumpen den Wasserspiegel in einem Versuchsbrunnen unter ein gewisses Maaß zu senken, wurde das Projekt aufgestellt, aus einem 130 Fuß langen, 8 Fuß unter den niedrigsten Wasserstand im Donaukanal ausgehobenen Saugkanal ein Wasserquantum von 210,000 Kubikfuß täglich zu pumpen. In der Sohle wurde ein 6 Fuß hohes, $3\frac{1}{2}$ Fuß weites Gewölbe erstellt, der Rest des Grabens mit Steinschüttung und Kies ausgefüllt und auf die ursprüngliche Bodenhöhe ausgeebnet. Die Erfahrung zeigte jedoch, daß das wirklich zufließende Wasserquantum bei niedrigem Wasserstand und namentlich im Winter nicht mehr als 107,000 Kubikfuß betrage. Eine Verlängerung des Kanals auf 1100 Fuß erhöhte das Wasserquantum bloß auf 170,000 Kubikfuß, immer noch nicht auf die vorgesehene Lieferung.

Es wurde deßhalb im Jahr 1853/54 eine Art künstlicher Filter hergestellt, das Wasser wurde nämlich durch 2 Verbindungsröhren aus dem Donaukanal in einen Graben geleitet, der zirka 630 Fuß lang, auf dem tiefsten Wasserstande zirka 25 Fuß breit, 8 Fuß tief unter diesen Wasserstand ausgehoben und mit Steinschüttung, Kies und Sand zugefüllt wurde. Die einfachste Kenntniß der Filtration hätte zeigen sollen, daß bei dieser Vorrichtung die Möglichkeit einer Reinignng, wie sie bei künstlichen Filtern besteht, abgeht, ebenso auch die selbstwirkende Reinigung durch die Strömung des Flusses, welche allein die natürliche Filtration wirksam erhalten kann. Der ganze Kanal ist daher höchstens im Stande, wie der frühere Saugkanal zu wirken. Die gelieferte Wassermenge wurde durch ihn um zirka 46,500 Kubikfuß täglich gesteigert, so daß sie jetzt die ursprünglich beabsichtigte um etwas weniges überstieg.

Theils der im Laufe der Zeit gestiegene Wasserbedarf, theils die nicht ganz befriedigende Qualität des Wassers namentlich aus dem letzten Filter veranlaßten eine weitere Ausdehnung, die darin besteht, daß im Jahre 1860 weiter rückwärts ein neuer Saugkanal bis zu 16 Fuß Tiefe unter den niedrigsten Wasserstand angelegt wurde, vorläufig in einer Länge von zirka 440 Fuß. In seiner Sohle ist ein 15 Fuß hohes, 5 Fuß weites Gewölbe erstellt, der übrige Raum ist wieder mit Steinschüttung, Kies und Erde bis auf Bodenhöhe aufgefüllt. Durch diesen neuen Kanal ist die Wasserlieferung auf zirka 260,000 Kubikfuß täglich erhöht worden.

Die Gesammtlänge der Kanäle beträgt zirka 2700 Fuß, somit

die Wasserlieferung pro laufenden Fuß Kanal zirka 100 Kubikfuß täglich. Die Kosten für diese Kanäle belaufen sich zusammen auf Fr. 240,000.

Die Maschinen und übrigen Vorrichtungen verdienen hier keine nähere Berücksichtigung und es zeigt das Angeführte zusammen mit den Erfahrungen von Toulouse und Lyon genügend, wie schwierig es ist, durch die natürliche Filtration eine größere Wassermenge zu erhalten und den Umfang der nöthigen Anlagen zum Voraus zu bestimmen.

Magdeburg.

Diese Stadt, welche mit den Vorstädteu Sudenburg und Buckau zirka 80,000 Einwohner zählt, ist zu Ende der fünfziger Jahre durch die Stadtbehörden mit einem neuen Wasserwerke versehen worden, das täglich 400,000 Kubikfuß Wasser liefern soll oder pro Kopf zirka 5 Kubikfuß. Das Wasser wird auf zirka 10,000 Fuß oberhalb der Stadt auf dem sogenannten Wolfswerder gewonnen, einer Wiese, welche unter einer Oberfläche von schwerem Lehmboden aus Sand und Kies besteht. Dieser Kiesboden ist von dem Elbewasser durchdrungen und wurde zur natürlichen Filtration des zu liefernden Wassers benutzt. Auf 900 Fuß Abstand vom Wasserrande ist ein in der Sohle 220 Fuß langes, 118 Fuß breites Filtrirbassin mit $2^1/_2$füßigen Böschungen auf 3 Fuß Tiefe unter den niedrigsten Wasserstand der Elbe ausgehoben worden. Die Sohlenfläche desselben beträgt 25,900 Fuß, so daß zur Lieferung der nöthigen Wassermenge von 400,000 Kubikfuß täglich $15^1/_2$ Kubikfuß auf den Quadratfuß filtrirt werden müssen, was sogar die gewöhnliche Leistung eines künstlichen Filters übersteigt.

Im ursprünglichen Projekt war zwischen dem Bassin und der Elbe noch ein 1300 Fuß langer Saugkanal angenommen gewesen, dessen Ausführung jedoch den Wasserertrag des Bassins ohne Zweifel größtentheils aufgehoben hätte, da er die vom Flusse nach letzterem hin sich ziehenden Wasserwege abgeschnitten hätte. Das Bassin wäre dann mehr nur ein Sammelbassin für das in dem Kanal filtrirte Wasser geworden. Da man es aber als eigentliches Filtrirbassin zu benutzen gedachte und einen genügenden Ertrag von ihm hoffte, unterblieb die Ausführung dieses Saugkanales.

Beibehalten wurde dagegen ein Einlaßkanal von der Elbe her, welcher den Saugkanal durchschnitten und mit dem Saugschacht der Dampfmaschinen, sowie mit dem Sammelbassin verbunden

hätte. Bei der jetzigen Ausführung ist der Zweck dieses Kanales hauptsächlich der, bei ungenügender Lieferung des Filtrirbassins direkt aus der Elbe unfiltrirtes Wasser in die Pumpen leiten zu können, was allerdings das einfachste Mittel ist, um einem Wassermangel abzuhelfen, dagegen nicht gerade geeignet, dessen gute Qualität zu sichern.

Im Jahr 1862 soll die durchschnittliche Förderung täglich nur 141,000 Kubikfuß betragen haben, welches geringe Quantum sogar die Leistungsfähigkeit des Filtrirbassins überstieg, so daß der Einlaßkanal benutzt werden mußte.

Mittelst zweier Dampfmaschinen, von denen jede für sich allein im Stande ist, das angenommene Wasserquantum von 400,000 Kubikfuß täglich zu liefern, wird das Wasser in die Hauptleitung gegen die Stadt hin gepumpt.

Seitwärts von dieser Leitung liegt ein Dienstreservoir mit einer Länge von 192 Fuß, einer Breite von 117 Fuß in der Sohle gemessen, einer Wassertiefe von $12^1/_2$ Fuß, begrenzt von Dämmen mit $2^1/_2$füßigen Böschungen. Der Wassergehalt dieses Reservoirs beträgt bei vollständiger Füllung 421,000 Kubikfuß, entspricht also ungefähr der täglichen Wasserlieferung. Das Reservoir liegt auf zirka eine Stunde seitwärts von der Hauptleitung am Ende eines einzigen Röhrenstranges, so daß die Bewegung des Wassers in diesem eine hin und hergehende ist, je nachdem Wasser in das Reservoir geliefert oder aus solchem entnommen wird.

Der Wasserspiegel des gefüllten Reservoirs liegt zirka 150 Fuß über dem Niederwasserstand der Elbe, so daß der Druck in den Leitungen der Stadt wenig über 100 Fuß beträgt.

Die Anlagekosten sollen zirka $1^3/_4$ Millionen Franken oder 24 Fr. per Kopf betragen haben.

Leipzig.

In neuester Zeit ist auch diese 85,400 Einwohner zählende Stadt mit Wasser versorgt worden, das durch natürliche Filtration gewonnen wird. Die nöthige Wassermenge wird zu 300,000 Kubikfuß täglich angesetzt. Sie soll in zwei Sammelbrunnen gewonnen werden, die beim Dorfe Connewitz, oberhalb der Stadt, dicht neben dem Pleißefluß ausgegraben wurden. Das Flußwasser wird auf dem Wege zu ihnen durch den Kiesboden gereinigt. Um einem Wassermangel bei niedrigem Wasserstande abzuhelfen, ist auch hier überdieß ein Einlaßkanal erstellt worden, der jedoch das Wasser nicht

direkt, sondern durch Vermittlung eines künstlichen Filtrirbassins in die Sammelbrunnen leitet.

Aus den Sammelbrunnen wird das Wasser durch Dampfmaschinen in das auf der Höhe von Probstheida 11,500 Fuß entfernte Vertheilungsreservoir gedrückt. Letzteres faßt bei einer Länge von 140 Fuß, einer Breite von 96.4 Fuß und einer Wassertiefe von 13.2 Fuß zirka 170,000 Kubikfuß Wasser, und liegt zirka 130 Fuß über der Pleiße. Aus ihm fließt das Wasser durch sein natürliches Gefäll in das städtische Leitungsnetz.

Die Anlagekosten sollen zirka 2,800,000 Fr. betragen haben oder per Kopf zirka 33 Fr., was unter Zurechnung der Betriebskosten sehr bedeutend genannt werden muß. Die Eröffnung geschah zu Ende des Jahres 1865, so daß noch keine Erfahrungen über die dauernde Wasserlieferung der Sammelbrunnen vorliegen.

Carlisle.

In England findet sich die natürliche Filtration weit seltener angewendet. Doch bietet Carlisle mit zirka 32,000 Einwohnern ein Beispiel davon. Hier wurde schon 1846 durch eine Privatgesellschaft eine Wasserversorgung eingerichtet, welche das Wasser oberhalb der Stadt aus einem unter dem Flüßchen Eden hingetriebenen Saugkanal entnimmt, wobei dasselbe durch den Kies des Flußbettes filtrirt wird. Von der Oberfläche aus gehen einige Schächte in den Kanal hinunter. Die Wassermenge beträgt täglich zirka 165,000 Kubikfuß oder 5 Kubikfuß per Kopf, die durch Dampfmaschinen in ein auf einer kleinen Anhöhe außerhalb der Stadt gelegenes Reservoir gepumpt werden, von wo sie zur Vertheilung gelangen.

Rawlinson empfiehlt in seinen Grundzügen für Wasserversorgung für die Fälle, wo in einer Thalsohle ein Fluß auf durchlassendem Boden fließt, das Ausgraben von Sammelbrunnen neben dem Flusse als ein zweckmäßiges und wohfeiles Mittel zur Wassergewinnung und führt die Versorgung des Schlosses Windsor als ein Beispiel hiefür an, indem hier das Wasser in solchen Brunnen gewonnen wird.

Ein ganz gefehlter Versuch wurde in Glasgow mit der natürlichen Filtration gemacht, wo vor Erstellung der neuen Wasserleitung ein Saugkanal längs des Flusses Clyde das nöthige Wasser geben sollte. In kurzer Zeit fieng demselben jedoch wegen Verschlammung

	Grundfläche.			Erstellungskosten
	Filtrir-Bassins.	Vorrathsbassins f. filtrirtes Wasser		
		offen.	über-wölbt.	
.	Juchart.	Juchart.	Juchart.	Franken.
1. New-River-	10.1	—	4.2	49,695,000
	10.1	—	4.2	63,043,000
2. East-London	13.5	—	2.8	24,895,000
	13.5	—	2.8	31,145,000
3. Southwark	5.—	—	—	16,231,000
	8.8	—	—	23,375,000
4. Lambeth	0.8	1.4	3.4	15,225,000
	0.8	2.2	5.1	18,934,000
5. West-Middl	5.0	—	2 0	20,149,000
	9.0	—	4.2	22,542,000
6. Chelsea	2.2	—	2.8	23,200,000
	2.2	—	2.8	25,143,000
7. Grand-Junc	5.8	—	1.2	18,336,000
	5.8	—	1.2	21,121,000
8. Kent	3.0	1.7	—	5,728,000
	1.7	1.1	—	10,053,000
1a Hampstead	0.2	—	—	2,861,000
	—	—	—	—
8a Plumstead	—	—	0.4	1,250,000
	—	—	—	—
	45,6	3.1	16.8	177,571,000
	51.9	3.3	20.3	215,356,000

1865.

direkt, sondern durch Vermittlung eines künstlichen Filtrirbassins in die Sammelbrunnen leitet.

Aus den Sammelbrunnen wird das Wasser durch Dampfmaschinen in das auf der Höhe von Probstheida 11,500 Fuß entfernte Vertheilungsreservoir gedrückt. Letzteres faßt bei einer Länge von 140 Fuß, einer Breite von 96.4 Fuß und einer Wassertiefe von 13.2 Fuß zirka 170,000 Kubikfuß Wasser, und liegt zirka 130 Fuß über der Pleiße. Aus ihm fließt das Wasser durch sein natürliches Gefäll in das städtische Leitungsnetz.

Die Anlagekosten sollen zirka 2,800,000 Fr. betragen haben oder per Kopf zirka 33 Fr., was unter Zurechnung der Betriebskosten sehr bedeutend genannt werden muß. Die Eröffnung geschah zu Ende des Jahres 1865, so daß noch keine Erfahrungen über die dauernde Wasserlieferung der Sammelbrunnen vorliegen.

Carlisle.

In England findet sich die natürliche Filtration weit seltener angewendet. Doch bietet Carlisle mit zirka 32,000 Einwohnern ein Beispiel davon. Hier wurde schon 1846 durch eine Privatgesellschaft eine Wasserversorgung eingerichtet, welche das Wasser oberhalb der Stadt aus einem unter dem Flüßchen Eden hingetriebenen Saugkanal entnimmt, wobei dasselbe durch den Kies des Flußbettes filtrirt wird. Von der Oberfläche aus gehen einige Schächte in den Kanal hinunter. Die Wassermenge beträgt täglich zirka 165,000 Kubikfuß oder 5 Kubikfuß per Kopf, die durch Dampfmaschinen in ein auf einer kleinen Anhöhe außerhalb der Stadt gelegenes Reservoir gepumpt werden, von wo sie zur Vertheilung gelangen.

Rawlinson empfiehlt in seinen Grundzügen für Wasserversorgung für die Fälle, wo in einer Thalsohle ein Fluß auf durchlassendem Boden fließt, das Ausgraben von Sammelbrunnen neben dem Flusse als ein zweckmäßiges und wohfeiles Mittel zur Wassergewinnung und führt die Versorgung des Schlosses Windsor als ein Beispiel hiefür an, indem hier das Wasser in solchen Brunnen gewonnen wird.

Ein ganz gefehlter Versuch wurde in Glasgow mit der natürlichen Filtration gemacht, wo vor Erstellung der neuen Wasserleitung ein Saugkanal längs des Flusses Clyde das nöthige Wasser geben sollte. In kurzer Zeit fieng demselben jedoch wegen Verschlammung

	Grundfläche.			Erstellungskosten
	Filtrir-Bassins.	Vorrathsbassins f. filtrirtes Wasser		
		offen.	über-wölbt.	
t.	Juchart.	Juchart.	Juchart.	Franken.
1. New-River-S	10.1	—	4.2	49,695,000
	10.1	—	4.2	63,043,000
2. East-London	13.5	—	2.8	24,895,000
	13.5	—	2.8	31,145,000
3. Southwark	5.—	—	—	16,231,000
	8.8	—	—	23,375,000
4. Lambeth	0.8	1.4	3.4	15,225,000
	0.8	2.2	5.1	18,934,000
5. West-Middl	5.0	—	2 0	20,149,000
	9.0	—	4.2	22,542,000
6. Chelsea	2.2	—	2.8	23,200,000
	2.2	—	2.8	25,143,000
7. Grand-Junc	5.8	—	1.2	18,336,000
	5.8	—	1.2	21,121,000
8. Kent	3.0	1.7	—	5,728,000
	1.7	1.1	—	10,053,000
1a Hampstead	0.2	—	—	2,861,000
	—	—	—	—
8a Plumstead u	—	—	0.4	1,250,000
	—	—	—	—
	45,6	3.1	16.8	177,571,000
	51.9	3.3	20.3	215,356,000

1865.

betrugen für die Jahre 1857—1864:

lich ausbezahlte Beträge
Verzinsung des Kapitals
und Dividenden.

7,720,045
8,039,852
8,445,329
8,709,682
8,959,485
9 378,863
9,815,885
10,114,642

eferung.

Chelsea.	Grand Junction.	Kent	Hampstead	Plumstead und Woolwich.
2.75	3—4	2.'	1.25	Keine Filter.
0.6				
0.15	—	0.5	—	
	1			
1.5	0.75		0.5	
		2'		
	0.75		0.5	
3.—	1.—		1.—	
8.—'	6 5'—7.5'	4.5	3.25'	
Kubikfuß. 8.	Kubikfuß. 12. bei 2' Wasserhöhe.	—	—	—

der Zuflußwege das Wasser zu mangeln an, und mußte dasselbe direkt aus der Clyde geschöpft werden.

Künstliche Filtration.

Das großartigste Beispiel einer künstlichen Filtration bietet die Wasserversorgung

Londons

dar, indem nahezu die ganze Wassermasse, welche von der Bevölkerung von ungefähr 3,000,000 Seelen (nach der Zählung von 1863 2,803,034) verbraucht wird, und die im Jahr 1856 $13\frac{1}{2}$ Millionen Kubikfuß täglich betrug, im Jahr 1865 aber auf $18\frac{1}{4}$ Millionen täglich gestiegen ist, vor der Vertheilung durch künstliche Filtration gereinigt wird.

Die Stadt mit Umgebung wird gegenwärtig nach Vollendung der letzten großen Bauten zur Verbesserung der Wasserversorgung von 8 Privatgesellschaften mit Wasser versehen. Im Jahr 1856 waren deren 10, davon hat sich jedoch die Hamstead-Gesellschaft wegen ungenügender Wasserlieferung mit der New-River-Gesellschaft und die Plumstead- und Wolwich-Gesellschaft mit den Kent-Wasserwerken verbunden. Die Bezugsquellen des Wassers für die verschiedenen Leitungsnetze, die Ausdehnung des Röhrennetzes, der Filter und der Reservoire, sowie die Kosten sind für das Jahr 1856 durch einen amtlichen Bericht, für das Jahr 1865 durch angenäherte Schätzung bekannt und für beide Zeitpunkte in nebenstehender Tabelle angegeben, welche auch die Konstruktion und Wasserlieferung der Filter enthält.

Rawlinson gibt bei zwei Fuß Dicke der Sandschicht die Lieferung eines Quadratfußes Filterfläche zu 25 Kubikfuß per Tag an, bei den Filtern der Liverpooler Wasserversorgung betrug solche 12 Kubikfuß per Tag bei $2\frac{1}{2}$ Fuß Dicke der Sandschicht.

Die Wassermenge ändert sich nach Versuchen, welche von Darcy angestellt worden sind, in geradem Verhältniß mit dem Ueberdruck des Wassers über dem Filter gegenüber demjenigen unter solchem und in umgekehrten Verhältniß der Dicke der Sandschicht, so daß sie sich durch die Formel

$$M = k \frac{p}{d} Q$$

ausdrücken läßt, wobei

M die in 24 Stunden filtrirte Wassermenge,

p der Ueberdruck des Wassers auf den Filter,

d die Dicke der Sandschicht,

Q die Filtrationsfläche bezeichnet.

k ist ein konstanter Koeffizient, der von der Natur des Filtrirmaterials abhängt und sich nach den von Darcy angeführten Versuchen zu 50 bis 85 berechnen würde, je nachdem der Sand frisch gewesen war oder nicht.

Vergleicht man die obigen Angaben mit dieser Formel, so ergibt sich für k ein Werth von nur 15 bis 25 oder für die durchschnittlich pro Quadratfuß Filter und Tag bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher Dicke der Sandschicht filtrirte Wassermenge 10—25 Kubikfuß. Der bedeutende Unterschied zwischen dem durch Versuche gefundenen und dem wirklichen Ertrag der Filter zeigt den Einfluß der allmäligen Verschlammung der Sandschicht.

Bis zum Jahr 1850 hatte man sich nicht sehr mit der Qualität des Wassers beschäftigt und einige der Gesellschaften nahmen ihr Wasser aus der Themse sogar innerhalb der Stadt, wo sie der Ebbe und Fluth unterworfen ist, wo somit ein Zurückfließen der durch die zahlreichen Abzugskanäle in sie geleiteten Unreinigkeiten stattfindet. Die Verheerungen der Cholera in den Jahren 1848 und 49 machten jedoch auf den nachtheiligen Einfluß eines schlechten Wassers aufmerksam und führten 1852 zum Erlaß einer Wasserakte, welche festsetzt, daß kein Wasser aus der Themse unterhalb Teddington Lock, wo der Einfluß der Fluth aufhört, entnommen werden dürfe, eben so wenig aus einem ihrer Nebenzuflüsse, soweit solche der Fluth ausgesetzt seien, daß alles Wasser, bevor es zur Vertheilung zum Hausgebrauch gelange, einer wirksamen Filtration unterworfen werden müsse und daß alle Reservoire für filtrirtes Wasser bis auf eine in gerader Linie gemessene Distanz von $1^2/_3$ Stunden von St. Paul zu überwölben seien.

Diese Vorschriften haben eine große Umgestaltung der verschiedenen Wasserwerke nach sich gezogen, welche besonders an denjenigen, die ihr Wasser aus der Themse schöpfen, auffallend ist. Während sich im Jahr 1850 die Wasserfassungen der Lambeth-Werke $^1/_2$ Stunde, der Chelsea- und Southwark $^5/_4$ Stunden, der West-Middlesex $3^1/_4$ Stunden, der Grand Junction Werke $4^1/_4$ Stunden, der Themse nach gemessen, oberhalb der Londonbrücke befanden, sind jetzt die Schöpfstellen aller dieser Werke auf $7^1/_4$ und 8 Stunden oberhalb der Londonbrücke in zwei Gruppen. Die Ent-

fernung dieser Stellen von St. Paul beträgt in gerader Linie $4^1/_4$ und $4^1/_2$ Stunden.

Die obere Gruppe bei Hampton umfaßt die Westmiddlesex-, Grand-Junction- und Southwark-Werke. Neben der Wasserfassung befinden sich bloß Klärungsbassins, aus denen das Wasser durch Pumpen in die frühern Wasserwerke dieser Gesellschaften gefördert wird, die sich in Barnes, Kew und Battersea befinden. Erst in den letztern, welche in der Hauptsache unverändert beibehalten und nur von der direkten Verbindung mit dem Flusse abgeschnitten worden sind, wird die Filtration vorgenommen und erfolgt das Pumpen in die Hauptleitungen und in die auf den höchsten Punkten an den Hauptleitungen liegenden, überwölbten Dienstreservoire.

Die untere Gruppe der Wasserwerke bei Thames-Ditton umfaßt die Chelsea- und Lambeth-Werke. Hier liegen die Filtrirbassins und die Hauptpumpen direkt neben der Auffassungsstelle. Das Wasser wird in die überwölbten Reservoire auf Putney-Heath und in Brixton gepumpt, von denen aus es durch natürliches Gefäll zur Vertheilung gelangt. Bei diesen zwei Gesellschaften sind die alten Weke ganz beseitigt worden.

Die Themse ist zuweilen sehr trüb und schlammig und lagert in solchen Fällen so viel Schlamm ab, daß bei sofortiger Filtration ohne Vermittlung eines Klärungsbassins die Filter schon nach 3 Tagen in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden. Bei vorhergegangener Klärung wird eine Reinigung je nach dem Zustande des Flußwassers schon nach 10 Tagen oder erst nach 7—8 Wochen nöthig. Selbst bei trübem Flusse macht die Filtration das Wasser vollkommen klar und rein und befreit es vollständig von allen mechanischen Beimischungen. Dagegen bleiben die aufgelösten, namentlich von den Kanalanlagen der oberhalb an der Themse liegenden Städte herrührenden organischen Verunreinigungen, und es ist die zunehmende Verunreingung des Flusses in Folge der Ausdehnung dieser Anlagen geeignet, schweren Besorgnissen zu rufen. Diese haben denn auch zur Aufstellung der früher besprochenen Quellwasserprojekte Anlaß gegeben.

Weniger auffallend als bei den schon erwähnten Wasserwerken sind die Veränderungen an den übrigen, welche ihr Wasser nicht aus der Themse entnehmen.

Die New-River Werke sind die ältesten, welche Wasser nach London liefern, indem die Chadwell-Quellen, mit zirka 500

Kubikfuß Wasser per Minute, schon im Jahr 1613 in einem offenen Kanale nach London geführt wurden. Unter den jetzigen Verhältnissen bilden dieselben dagegen bloß ungefähr den fünften Theil der ganzen Wassermenge, von der eine Hälfte aus dem Flusse Lea, der Rest aus verschiedenen kleinen Quellen und Bohrlöchern entnommen wird. Obgleich die Quellen in gerader Linie nur 6²/₃ Stunden von St. Paul entfernt sind, hatte der Kanal doch eine Länge von 16 Stunden, indem er in zahlreichen Windungen dem natürlichen Boden folgte. Dabei war das Wasser in hohem Grade Verunreinigungen ausgesetzt, so daß man sich veranlaßt sah, durch mannigfache Arbeiten die Länge des Kanales auf zirka 8 Stunden zu verkürzen. Während früher die Reinigung des oft trüben Wassers, das überdieß durch die Abfälle der Anwohner des Flusses Lea oberhalb des Fassungspunktes verunreinigt war, nur durch Klärung stattgefunden hatte, wurden in Folge des Gesetzes von 1852 sowohl in Stoke-Newington, wo sich die bedeutendsten Anlagen befinden, als am Ende des Kanales in New-River-Head Filtrirbassins angelegt, von denen es theils unmittelbar in die Leitungen, theils in mehrere große überwölbte Reservoire gelangt.

Schlimmer gestellt ist die East-London-Wasserwerksgesellschaft, welche ihren ganzen Wasserbedarf aus dem Leaflusse entnimmt, und zwar unterhalb, wo derselbe noch mehr Unreinigkeiten aufgenommen hat. Es sind daher bedeutende Anstrengungen gemacht worden, einerseits das Wasser durch einen Seitenkanal weiter oberhalb zu fassen und noch weiter aufwärts durch Parallelkanäle die Unreinigkeiten vom Flusse abzuhalten, anderseits durch Erweiterung der Klärungs- und Filtrirbassins die Reinigung zu verbessern.

Die Werke sind getrennt an zwei Orten, in Lea-Bridge, wo sich große Klärungs- und Filtrirbassins und ein Theil der Pumpen, theilweise durch Wasserräder, theilweise durch Dampf getrieben, befinden, und in Old-Ford, wo die überwölbten Reservoire für das filtrirte Wasser und die meisten Pumpen erstellt sind. Diese Gesellschaft hat kein hochliegendes Dienstreservoir, so daß jeweilen das augenblicklich verbrauchte Wasser direkt in die Leitungen gepumpt werden muß. Schwankungen sind hier allerdings weniger zu befürchten, weil die Versorgung nach dem System mit unterbrochener Lieferung und nicht nach demjenigen mit beständiger Wasserlieferung geschieht.

Dem Wasser der East-London-Gesellschaft aus den Reservoiren von Old-Ford wurde bei der Cholera-Epidemie von 1866 vielfach und mehr als allem übrigen Wasser ein verderblicher Einfluß zugeschrieben. Von den 135 Quartieren der Stadt sind 21 mit diesem Wasser versehen, und diese alle wurden schwer von der Krankheit heimgesucht, während die übrigen 114 Quartiere mit wenigen Ausnahmen nur wenig litten. Allerdings gehören die von dieser Gesellschaft versorgten Theile zu den ärmsten und elendesten der Stadt; doch finden sich solche Zustände auch in den innern Theilen, wo sich die Krankheit, wie gesagt, nur wenig zeigte, so daß man gezwungen wird, einen Einfluß des Wassers anzunehmen, der überdieß durch die der Krankheit sehr günstigen anderweitigen Verhältnisse unterstützt wurde.

Die Kent-Wasserwerke, verschmolzen mit den Plumstead- und Woolwich-Werken, beziehen ihr Wasser theils aus tiefen Schächten in dem Kalksteinboden, aus denen dasselbe heraufgepumpt wird, theils aus dem River-Ravensbourne. Ersteres ist frisch und klar, muß daher nicht filtrirt werden, letzteres dagegen wird filtrirt.

Die Plumstead- und Woolwich-Werke sind, wie schon früher erwähnt, wohl der einzige Fall, wo im Großen die Härte des Wassers nach dem Verfahren des Dr. Clark künstlich beseitigt werden sollte.

Eine in den Beilagen enthaltene Zusammenstellung giebt den Gehalt des durch die verschiedenen Gesellschaften gelieferten Wassers in Graden oder $^1/_{100000}$ Theilen des Wassergewichtes an erdigen und organischen Bestandtheilen für verschiedene Beobachtungszeiten an und gestattet deren Schwankungen zu ermessen.

Man sieht aus derselben, wie veränderlich der Gehalt an organischen Unreinigkeiten ist, wie er aber doch einen Betrag von $^5/_{100000}$ Theilen nicht erreicht und auffallender Weise gerade in dem größtentheils aus tiefen Schächten gewonnenen Wasser der Kent-Wasserwerke am größten ist, wo auch der Gehalt an andern fremden Bestandtheilen weitaus am bedeutendsten.

Das Wasser in den Häusern schmeckt keineswegs gut zum Trinken und wird deßhalb gewöhnlich noch einer zweiten Filtration in eigenen Hausfiltern unterworfen. Da es selbst bei trüber Themse in den großen Reservoiren nach der ersten Filtration schön klar und hell, wenn auch, wie nicht anders möglich, ziemlich warm ist,

scheint seine mangelhafte Beschaffenheit bei der Hausabgabe mehr von der Einrichtung des Dienstes, der Verunreinigung in den Hausreservoiren, dem Stagniren in diesen und in den Leitungsröhren, oder dann von mangelhafter Instandhaltung der Filtrirbassins herzurühren, nicht aber von einer ungenügenden Wirkung der Sandfilter an sich oder von einer allzu großen Verunreinigung durch aufgelöste Stoffe. Eine bloße Aenderung in der Art der Abgabe müßte somit sehr wohlthätig auf die Beschaffenheit des Wassers einwirken.

Dennoch nöthigen verschiedene Umstände, auf eine Aenderung in dem Wasserbezug zu denken. Nach den frühern Zusammenstellungen beträgt die der Themse oberhalb der Stadt entzogene Wassermenge täglich 8 $^{2}/_{3}$ Millionen Kubikfuß oder per Sekunde 100 Kubikfuß. Nun hat sich im September 1865 gezeigt, daß die ganze Wassermenge der Themse in dortiger Gegend bloß 585 Kubikfuß per Sekunde betrug, so daß schon jetzt dem Flusse ungefähr der sechste Theil seines Wassers entzogen wird, was erwiesener Maaßen von merklichem Schaden für den Zustand und die Reinheit des Flusses unterhalb ist. Bei steigender Zunahme der Bevölkerung und des Wasserverbrauches ist eine Vermehrung der Wassermenge wesentlich nur in der Themse möglich und läßt eine viel bedeutender werdende Erschöpfung derselben voraussehen. Die Bevölkerung Londons hat sich seit 40 Jahren verdoppelt und ist seit 20 Jahren um die Hälfte gewachsen. Sollte die Vermehrung in gleichem Maaße fortschreiten, so würde die Einwohnerzahl in 20 Jahren 4 $^{1}/_{2}$ Million betragen. Der Wasserverbrauch beträgt jetzt 5 bis 6 Kubikfuß täglich per Kopf, würde also bei gleicher Menge per Kopf in 20 Jahren auf 25 Millionen Kubikfuß täglich steigen. Da jedoch die Erfahrung zeigt, daß er sich immer vermehrt, so wird dannzumal eine Wasserlieferung von 30 Millionen Kubikfuß täglich kaum ausreichen, von der zirka 21 aus der Themse entnommen werden müßten, oder per Sekunde zirka 240 Kubikfuß, mehr als der Drittheil des ganzen Wassergehaltes beim kleinen Wasserstande. Die daraus hervorgehenden Uebelstände machen ein solches Verfahren ganz unthunlich.

Dazu kommt noch, daß, wie schon bei Anlaß der organischen Verunreinigungen ausgeführt wurde, von der Million Bewohner des Themsegebietes oberhalb der Wasserwerke 7—800,000 in Städten und Dörfern wohnen, deren Abwasser theilweise in den

Fluß abgeleitet wird, und daß auch die getroffenen Maßregeln nicht genügen werden, den Fluß so rein zu halten, daß nicht der Gehalt an organischen Verunreinigungen in künftigen Jahren eher noch steigt und das Wasser zum Trinken gänzlich unbrauchbar macht.

Unter diesen Umständen müssen neue Versorgungsquellen gesucht werden, selbst wenn solche, wie die früher betrachteten Projekte, 215 respektive $271\frac{1}{2}$ Millionen Franken, ja selbst 305 Millionen Franken kosten würden, welche dann aber im Stande wären, 37—42 Millionen Kubikfuß täglich zu liefern.

Damit wäre dann auch eine Erwerbung der jetzt in den Händen der Privatgesellschaften befindlichen Anlagen zu verbinden, wie solche in Liverpool, Manchester und Glasgow schon stattgefunden hat und trotz der großen Kosten nicht bedauert wird.

Die Aufmerksamkeit des Parlaments und der Regierung hat sich denn auch diesem Gegenstande zugewendet und es wurde von der Königin in ihrer Thronrede bei Eröffnung des letzten Parlamentes mitgetheilt: „daß sie in Berücksichtigung davon, daß eine „ausreichende Versorgung mit reinem und gesundem Wasser vom „höchsten Interesse sei, einer Kommission den Auftrag ertheilt habe, „nach den zweckmäßigsten Mitteln zu forschen, um der Hauptstadt „und den bedeutenderen Städten in den bevölkertesten Theilen des „Königreichs für bleibend eine solche Versorgung zu verschaffen."

Die besondern Instruktionen der Kommission bezeichnen als deren Zweck: „zu ermitteln, ob für die größern Städte eine Ver„sorgung mit gesundem, von Verunreinigungen freiem Wasser, in „zur Vertheilung hinreichender Höhe erhalten werden könne durch „Sammlung und Aufbewahrung von Wasser in den hochgelegenen „Theilen von England und Wales, sei dieß mittelst natürlicher „Seen oder künstlicher Reservoire, und zu berichten, erstens welches „die geeignetsten dießfälligen Quellen zur Versorgung der Haupt„stadt und ihrer Umgebung seien, und zweitens wie die disponibel „bleibenden Quellen am besten unter die bedeutendsten Städte ver„theilt werden könnten."

In kleinerem Maaßstabe wird das Wasser in zahlreichen Städten Englands filtrirt, ohne daß darüber etwas Besonderes zu bemerken wäre. Je nach dem Grade der Verunreinigung des Wassers müssen die Filter schneller oder weniger schnell gereinigt werden, überall braucht man aber nur die oberste Sandschicht von weniger als einem Zoll Dicke abzuheben, damit der Filter wieder

gehörig wirkt. Die Kosten des Filtrirens sind, abgesehen von der ersten Anlage der Filtrirbassins, sehr gering und berechnen sich durchschnittlich auf $^8/_{10}$ Rappen pro 100 Kubikfuß, während sie bei sehr schlechtem Wasser schon auf 3 Rappen gestiegen sind. In Liverpool betragen sie 0.4 Rappen.

Es sind Versuche gemacht worden, die Filter durch die Strömung des Wassers selbst zu reinigen, indem die gewöhnlich von oben nach unten aus den feinern in die gröbern Filtrirschichten gerichtete Strömung umgekehrt werden kann, so daß sie von unten nach oben geht. Dabei wird dann der auf der Oberfläche abgelagerte Schlamm aufgerührt und läuft mit dem Wasser ab, so daß nach einiger Zeit die gewöhnliche Filtration von oben nach unten wieder vor sich gehen kann. Bei sehr starken Ablagerungen ist jedoch auch dieses Verfahren nicht ausreichend, wie denn auch die Filter in Marseille, welche so eingerichtet wurden, nicht genügen, und man richtet sich daher in England fast überall auf die gewöhnliche Reinigung von Hand ein, obgleich jene selbstwirkende, an den Filtern von Paisley zuerst angewandte, schon lange bekannt ist.

Ein Vorschlag, die verschiedenen filtrirenden Substanzen, Sand, Kies von verschiedener Feinheit, zu trennen und das Wasser successive durch die gröbern und hernach durch die feinern durchgehen zu lassen, wie solcher in den Gorbal-Gravitation-Works zur Versorgung der Südseite von Glasgow ausgeführt worden ist, findet ebenfalls keine Nachahmung, sondern es werden die Filter überall aus unmittelbar auf einander liegenden Schichten der verschiedenen Materialien erstellt.

Auf dem Festlande fanden die künstlichen Filter viel weniger Verwendung. Schon oben sind die ihrem Zwecke nicht genügenden Filter von Marseille erwähnt worden.

Berlin.

In Nachahmung der Wasserversorgung Londons ist die im Jahr 1861 zirka 500,000 Einwohner zählende Stadt Berlin in den Jahren 1854/55 durch eine Privatgesellschaft mit Wasser versehen worden, das oberhalb Berlin aus der Spree geschöpft, in künstlichen Filtrirbassins filtrirt und nachher aus einem Reinwasserbassin durch Dampfmaschinen in das Leitungsnetz vertheilt wird.

Die Dampfmaschinen und Filtrirbassins liegen am obern Ende der Stadt neben der Spree. Die Bassins bestehen in einem Vor-

rathsbassin für unfiltrirtes Wasser, in 4 Filtrirbassins von zirka 60 Fuß Breite auf 400 Fuß Länge, in einem Bassin für das filtrirte Wasser von 200 Fuß Breite auf 400 Fuß Länge. Die Schöpfpumpen können das Wasser direkt in die Filtrirbassins oder in das obere Vorraths- und Klärungsbassin liefern. Alle 4 Filter hängen mit dem Reinwasserbassin zusammen.

Das durch die Dampfmaschinen aus dem Reinwasserbassin gepumpte Wasser geht unmittelbar in das städtische Leitungsnetz, wobei die Druckschwankungen durch Windkessel ausgeglichen werden. Von diesem zweigt sich eine Seitenleitung auf den Windmühlenberg ab, auf welchem ein Vorrathsreservoir und neben solchem eine Standsäule sich befindet. Letztere gestattet, mit höherm Drucke zu arbeiten, als dieß bei einfacher Verbindung mit dem Reservoir möglich wäre, wobei dann allerdings die Schwankungen im Verbrauch durch den Gang der Pumpen ausgeglichen werden müssen. Das Reservoir hält für alle Fälle einen Wasservorrath zur Verfügung, wenn auch unter bedeutend schwächerm Drucke.

Die Ueberzeugung, daß durch Ueberlassen dieser Unternehmung an eine Privatgesellschaft, trotz der Verluste, welche solche anfänglich erlitt, ein Mißgriff gemacht worden sei, ist ziemlich allgemein, und es ist eine Uebernahme durch die Stadtverwaltung nach Ablauf der Konzession fast außer Zweifel.

Die Anlagekosten werden auf zirka 12 Millionen Franken oder auf 24 Fr per Kopf angegeben.

Altona.

Wesentlich verschieden von der Anordnung der Filtration in London und Berlin ist diejenige in Altona. Dort liegen Pumpen und Filtrirbassins neben einander in der Tiefe unmittelbar neben den Auffassungsstellen des Wassers. Hier dagegen wird das Wasser durch die Pumpen auf einen Hügel gehoben, auf dem sich sowohl Filtrir- als Reinwasserbassins befinden, und es fließt von letztern durch sein natürliches Gefäll ohne weiteres Pumpen in das Leitungsnetz. Das Reinwasserbassin bildet in diesem Falle zugleich das Vertheilungsreservoir.

Das Wasser für die 46,000 Einwohner zählende Stadt wird aus der Elbe gewonnen, und zwar zirka 2 Stunden unterhalb, neben dem Dorfe Blankenese. Da die Elbe oberhalb alle Abfälle der Städte Hamburg und Altona mit ihren Vorstädten, oder einer Bevölkerung von zirka 300,000 Menschen aufgenommen hat, läßt

sich die Auswahl dieser Stelle nur durch die bestehenden Territorialverhältnisse erklären. Allerdings wird zur Rechtfertigung angeführt, daß das Wasser auf dem Wege bis zum Fassungspunkt Zeit habe, sich selbst zu reinigen, daß die Wassermasse der hier geschlossen fließenden Elbe im Vergleich zu den Unreinigkeiten sehr groß sei, und daß der Einfluß der Fluth günstig wirke, weßhalb denn auch das Wasser nur während 4 bis 5 Stunden der Fluthzeit oder 8—10 Stunden täglich geschöpft wird. Auch die Fluth kann aber bloß das von oben zufließende, verunreinigte Wasser wieder zurückbringen, und es wird dadurch nichts gewonnen, als daß längere Zeit zur Ausscheidung der Unreinigkeiten und zur bessern Vertheilung derselben in der ganzen Wassermenge gegeben war.

Die Anlagen in Blankenese zerfallen in zwei Gruppen, einerseits die Dampfmaschinen am Ufer der Elbe, welche das Wasser aufsaugen und in einer 2200 Fuß langen Leitung in die zweite Gruppe, nämlich in die Reservoire auf dem Bauersberge drücken.

Auf dieser Höhe liegen ein Ablagerungsbassin, vier Filtrirbassins und ein Reinwasser-Reservoir; letzteres ist überwölbt, erstere sind dagegen offen. Das Ablagerungsbassin ist 347 Fuß lang, 67 Fuß breit mit 10 Fuß Wassertiefe. Die Sohle liegt 274 Fuß über dem Nullpunkt des Hamburger Pegels, also der höchste Wasserspiegel in solchem 284 Fuß hoch. Das Wasser strömt in der Mitte einer langen Wand in eine 30 Fuß breite Kammer, aus der es sich auf beide Seiten durch eine zwischen zwei Quermauern angebrachte Kiesschüttung vertheilt, dabei die gröbsten Unreinigkeiten zurücklassend.

Die 4 Filtrirbassins haben jedes eine Länge von 140 Fuß, eine Breite von 67 Fuß; sie liegen paarweise neben dem Ablagerungsreservoir. Das Filtrirmaterial besteht in:

Sand	3	Fuß.	
Ganz feinem Kies	0.25	„	(Erbsengröße).
Mittelfeinem „	0.50	„	(Bohnen- und Haselnußgröße).
Grobem „	0.50	„	(Wallnußgröße).
Ganz grobem „	0.75	„	(bis zur Faustgröße).
Ganze Dicke	5.—	Fuß.	

Das Ganze ruht auf einem mit hohlen Fugen gemauerten Kanalnetze, dessen Zwischenräume mit einer Schüttung von Bruchsteinen ausgefüllt sind. Ueber dem Sande steht das Wasser 4 Fuß hoch.

Die ganze Filtrirfläche beträgt nach Obigem 37,500 Quadratfuß, so daß auf den Kopf der Bevölkerung 0.8 Quadratfuß treffen, oder bei bloß 10 Kubikfuß täglicher Lieferung pro Quadratfuß, immerhin 4 Kubikfuß pro Kopf.

Das Reinwasserbassin hat 100 Fuß im Quadrat und ist, wie gesagt, überwölbt. Die größte Wassertiefe beträgt 12 Fuß, somit der Wassergehalt zirka 120,000 Kubikfuß oder zirka $2^1/_2$ Kubikfuß per Kopf. Die Sohle des Reservoirs liegt 262 Fuß über dem Nullpunkt des Hamburger Pegels, somit der Wasserspiegel des vollen Reservoirs 274 Fuß über diesem Nullpunkt. Aus diesem Reservoir führt eine 34,000 Fuß lange Hauptleitung in die Stadt, wo sie sich in die verschiedenen Straßen vertheilt. Die Länge des gesammten Röhrennetzes beträgt zirka 148,000 Fuß.

Um bei einem Röhrenbruch in der langen Zuleitung nicht ganz ohne Wasser zu sein, ist in der Stadt selbst noch ein auf steinernem Unterbau ruhendes eisernes Reservoir von zirka 17,000 Kubikfuß Inhalt erstellt worden, dessen Wasserspiegel 140 Fuß über dem Nullpunkt liegt. Dasselbe kann durch die Aufzugmaschine der Seil-Ebene im Bahnhof direkt mit Elbwasser versehen werden.

Die Anlagekosten stiegen über 2 Millionen Franken, auf 45 Fr. per Kopf, so daß sie, ganz abgesehen von den Betriebskosten, die Auslagen für die Quellwasserversorgungen der Städte Dijon, Besançon, Brüssel sehr beträchtlich übersteigen.

In Süddeutschland gründet sich die Wasserversorgung Stuttgarts auf die künstliche Filtration des Neckarwassers. Man scheint sich dem Vernehmen nach hier in den Wassermengen etwas getäuscht und den Fontainen oder dann dem Hausverbrauch zu wenig Rechnung getragen zu haben.

Auch in der Schweiz befindet sich schon eine auf künstliche Filtration gestützte Wasserversorgung in Ausführung, nämlich diejenige von Neuchatel, indem hier das Wasser des Flusses Seyon durch Filter gereinigt und in die Stadt geleitet wird.

Neben der künstlichen Filtration giebt es nun noch einen Mittelweg, der eine Nachahmung der natürlichen Filtration bildet und darin besteht, daß ein künstlicher Filter in einem Flußbette selbst angelegt wird.

Die Bewegung des Wassers im Flußbette wird gegenüber den künstlichen Filtern auf bessere Reinhaltung der obersten Sandschicht wirken und ein Auswaschen derselben durch ein schwaches Aufrühren

ermöglichen. Gegenüber der natürlichen Filtration besteht der Vortheil, daß die Ablagerung des Schlammes an einer ganz bestimmten Stelle an der Oberfläche erfolgt, daher bei abnehmendem Ertrage eine Reinigung sehr leicht ist.

Dieses Verfahren ist in Tours angewendet worden, wo der Filter unter einem Zweigkanal des Flusses Cher liegt, welcher das Wasser zu den die Versorgung treibenden Wasserrädern leitet.

Wenn Rawlinson in seinen Grundzügen für die Fälle, wo einzelne Brunnen neben Flüssen keinen genügenden Erfolg versprechen, indem das Flußbett undurchlassend ist, vorschlägt, Graben parallel dem Flusse zu öffnen, in die Drainröhren gelegt werden und welche man mit auserlesenem Sand ausfüllt, so bilden solche nichts Anderes als einen solchen gemischten Filter.

Deren Anwendung darf jedenfalls für die Orte, wo die Umstände sie gestatten, sehr empfohlen werden.

III. Schachtbrunnen-Versorgungen.

Eine der bedeutendsten Wasserversorgungen aus Schächten ist ohne Zweifel der ältere Theil der Liverpooler Versorgung. Schon oben wurde angegeben, daß einer der dortigen Brunnenschächte, derjenige in Green-Lane, gegenwärtig noch über 500,000 Kubikfuß täglich liefert. Dieser Brunnen ist in der rothen Sandsteinformation 185 Fuß tief getrieben worden und es gehen von ihm Seitenstollen in verschiedenen Richtungen in einer Länge von ungefähr 300 Fuß aus. In der Sohle des Schachtes wurde ein Bohrloch noch 185 Fuß tiefer getrieben. Die Brunnen in der Bootle-Station ergeben bei 50 Fuß Tiefe ungefähr 130,000 Kubikfuß täglich. In ihrer Sohle wurden einige Bohrlöcher bis zur Tiefe von 600 Fuß getrieben, welche anfänglich eine Vermehrung des Wasserquantums bewirkten, später jedoch ihren Einfluß wieder verloren.

Bei diesen Brunnen wird das Wasser aus der Tiefe des Brunnens heraufgepumpt, da es nicht auf die Bodenfläche steigt. Bei der bedeutenden Wassermenge ist die Vermuthung ziemlich begründet, daß diese Brunnen durch Klüfte im Felsen mit dem Wasser des River-Mersey in Verbindung stehen möchten.

Bei den Verhandlungen über die Ausdehnung der Wasserversorgung kam auch die Vergrößerung des Wasserbezugs aus sol-

chen Brunnen zur Sprache und wurde ein Gutachten Stephensons darüber eingezogen.

Derselbe kam zu folgenden Schlüssen:

In dem rothen Sandstein ist viel Wasser enthalten, das durch Schächte gewonnen werden kann.

Der Sandstein ist im Allgemeinen sehr porös, und gestattet den Brunnen, ihren Bedarf aus Abständen von mehr als 1/3 Stunde anzuziehen.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens hängt von dessen Wassergebiet ab und kann durch tiefere Bohrlöcher oder Seitenstollen nicht sehr wesentlich vermehrt werden.

Das Wassergebiet eines Brunnens wird durch die Reibung bedingt, welche das Wasser bei der Bewegung durch die Spalten und Poren des Felsens erleidet.

Es ist nicht wahrscheinlich, fortdauernd mehr als 150,000 bis 200,000 Kubikfuß Wasser per Tag aus einem Schachte zu erhalten, und auch dieß nur, wenn keine andern Brunnen in der Nähe sind.

Zahlreiche Beobachtungen an den neuen gut konstruirten Maschinen in der Green-Lane- und Windsor-Station ergaben als Kosten für das Pumpen von 100 Kubikfuß Wasser auf 100 Fuß Höhe 1.27 Rappen. Bei den schlechteren Maschinen dagegen steigen diese Kosten bis auf das Vierfache dieses Betrages.

Auch in London wird der größte Theil des Wassers für die North-Kent-Wasserwerke aus tiefen Brunnen gewonnen, die in den Kalkstein getrieben worden sind. Hier wird es ebenfalls mit einer Maschine in die Höhe gepumpt.

Gehen in diesen Fällen die Brunnen in eine wasserführende Schicht, welche eine Art Reservoir bildet, aus der das Wasser künstlich emporgepumpt werden muß, so besitzt Paris mehrere eigentliche artesische Brunnen, in denen das Wasser aus einem tiefen Bohrloch durch seinen eigenen Druck auf ziemliche Höhe über die Erdoberfläche steigt. Der älteste dieser Brunnen ist derjenige in Grenelle, der im Jahr 1833 begonnen und bis zum Jahr 1841 mit 1827 Fuß Tiefe vollendet wurde. Von 1850—52 wurden die Röhren nachgebohrt und in letzterm Jahre der Brunnen definitiv vollendet. Seine Wassermenge betrug zirka 33,000 Kubikfuß täglich, die Temperatur 28°, die Härte 9—11°. Die Kosten belaufen sich auf zirka 560,000 Fr. Das Wasser steigt bis auf 146 Fuß über den Niederwasserstand der Seine.

Seit 1861 besteht ein zweiter artesischer Brunnen in Passy, der eine Wassermenge von zirka 300,000 Kubikfuß täglich liefert, seit dessen Eröffnung sich jedoch die Wassermenge des Brunnens von Grenelle auf 22,000 Kubikfuß täglich, also um einen vollen Drittheil vermindert hat. Das Wasser dieses Brunnens wird für das Bois de Boulogne benutzt. Die Kosten sollen nahezu eine Million Franken betragen haben.

Es sind noch zwei andere solche Brunnen in Ausführung, einer in Maison blanche, der andere in la Villette, von denen man annimmt, daß sie zusammen zirka 590,000 Kubikfuß täglich liefern werden.

Ein wesentlicher Uebelstand dieser Brunnen ist die Wärme des Wassers, sowie der Einfluß, den neue Bohrungen auf die bestehenden Brunnen haben, durch den ihre Wasserlieferung eine sehr unsichere wird.

Konnten sowohl die wenig tiefen Saugbrunnen und Saugkanäle neben Flüssen, als die sehr tiefen Schachtbrunnen, sei es, daß in diesen das Wasser durch Pumpen gehoben werden muß, oder aber selbst über die Erdoberfläche steigt, als Versorgungsquellen bezeichnet werden, die unter Umständen ganz zweckentsprechend sind, so ist schon früher auseinander gesetzt worden, welchen Verunreinigungen die gewöhnlichen, mitteltiefen Schachtbrunnen ausgesetzt sind. So allgemein dieselben zur Versorgung einzeln stehender Häuser benutzt werden, ebenso allgemein ist die Erfahrung ihrer fortwährenden Verschlechterung in dicht bewohnten Ortschaften, und es ist gerade der Zweck der Wasserversorgungen, sie zu beseitigen. Von einer Wassergewinnung aus solchen Brunnen in größerm Maaßstabe kann daher keine Rede sein, und es wären damit die Beispiele für die verschiedensten Bezugsquellen des Wassers erschöpft, da die Cisternen zur Ansammlung des Regenwassers auch den billigsten Anforderungen nicht mehr genügen.

4. Leitung des Wassers.

Die Gewinnungsorte des Wassers liegen nach dem Vorstehenden oft in weiter Entfernung von der Verbrauchsstelle, wo dann dasselbe auf weite Distanzen geleitet werden muß. Dazu stehen verschiedene Mittel zu Gebot:

a) Eine Ableitung in offenen Graben;
b) „ „ in gemauerten, gewölbten Kanälen;
c) „ „ in geschlossenen, vorzugsweise eisernen Röhren.

Eine Ableitung in offenen Graben, wie solche bei dem New-River in London, dem Ourcq-Kanale in Paris, dem Kanal de Marseille zur Ausführung gekommen ist, hat den großen Nachtheil, daß das Wasser den Einflüssen der Lufttemperatur im höchsten Grade ausgesetzt ist und sich kaum vor Verunreinigungen durch verschiedene Gegenstände bewahren läßt. Selbst wenn Menschen und Thiere von dem Kanale fern gehalten werden können, ist dieß doch für Staub und Blätter unmöglich, sowie auch Wärme und Licht zur Bildung von Pflanzen und Thieren in dem Wasser selbst Anlaß geben. Von Lieferung eines kühlen Trinkwassers kann daher bei einer solchen Leitung keine Rede sein, und selbst für den Hausgebrauch wird sich das Wasser ohne nachträgliche Reinigung wenig eignen. Wo nicht besondere Verhältnisse dieß unmöglich gemacht haben, ist man daher überall zur Ausführung überdeckter oder geschlossener Wasserleitungen geschritten.

Die Ableitung in gemauerten und überwölbten Kanälen war schon zur Zeit der Römer allgemein im Gebrauch und blieb bis auf neuere Zeiten das einzige vollkommene Mittel zur Ableitung größerer Wasserquantitäten. Erst die Fortschritte der Eisenindustrie gestatten, so weite eiserne Röhren zu verwenden, daß sie auch zur Ableitung beträchtlicher Wassermengen ohne bedeutenden Gefällsverlust und auf große Länge anwendbar erscheinen.

Dem Beispiel der Römer folgend, hie und da wohl im bewußten oder unbewußten Bestreben, jenen an Großartigkeit der Bauten möglichst wenig nachzustehen, wurden vorzugsweise steinerne Kanäle ausgeführt, welche die im Wege stehenden Thäler und sonstigen Vertiefungen auf Bogenstellungen überschritten. Der Gebrauch von Syphonröhren, das heißt geschlossenen Röhren, in denen das Wasser im Druck steht und sich durch sein eigenes Gewicht wieder auf die ursprüngliche Höhe erhebt, wurde auf äußerste Nothfälle beschränkt. In neuerer Zeit dagegen verschafften sich solche immer mehr Eingang und es wechseln je nach Maaßgabe der verschiedenen Verhältnisse gemauerte Kanäle mit geschlossenen Leitungsröhren ab. Während von den betrachteten Städten New-York, Glasgow, Paris, Brüssel, Dijon, Besançon größtentheils ge-

mauerte und gewölbte Wasserleitungen haben, wird dagegen in London, Liverpool, Manchester, Basel das Wasser ganz oder größtentheils in eisernen Röhren zugeführt.

Bei der Auswahl des einen oder andern Leitungsmittels werden die Qualität des Wassers, das disponible Gefäll, die Terrainbeschaffenheit und die Kosten in Betracht fallen, und je nach den besondern Verhältnissen zu einem verschiedenen Schlusse führen.

a. Einfluß der Leitung auf die Beschaffenheit des Wassers.

Sowohl die gemauerten Kanäle als die eisernen Leitungsröhren werden so tief unter die Oberfläche des Bodens gelegt, daß ein Einfluß der Lufttemperatur nicht mehr zu befürchten ist, ebenso fällt in beiden Fällen der Einfluß des Lichtes auf die Entstehung organischer Gebilde weg. Eine Verschiedenheit besteht bloß darin, daß das Wasser in den gemauerten Kanälen an seiner Oberfläche mit der Luft im Kanal in Berührung, in den eisernen Röhren dagegen ganz von der Luft abgeschlossen ist, sich daher in ähnlichen Verhältnissen befindet, wie in tiefen Quellen, aus denen es durch seinen Druck auf die Oberfläche empor tritt. Mit Rücksicht auf die Benutzung des Wassers zum Trinken wird eine Berührung desselben mit der Luft während der Zuleitung vielfach als nothwendig betrachtet, um ihm den nothwendigen Luftgehalt zu geben, und es sind schon zur Vermehrung der Berührung mit der Luft stufenförmige Abfälle angebracht worden. Ein Quellwasser, das sich seiner übrigen Eigenschaften wegen zum Trinken eignet, wird aber gewöhnlich schon an sich genug Luft aufgelöst enthalten, um unverändert benutzt werden zu können; überdieß wird die Zeit, während der sich das Wasser in der Zuleitung befindet, meistens kürzer sein, als diejenige, während der es in den Vertheilungsreservoiren oder in den Hauptleitungen stagnirt. Jener günstige Einfluß wird daher im Ganzen genommen nicht so wichtig und nur von kurzer Dauer sein. Anderseits zeigt die Erfahrung an den fließenden Gewässern, daß sich die Kohlensäure während des Laufes, namentlich aber bei lebhafter Bewegung durch Zersetzung der doppelt kohlensauren Salze ausscheidet, wobei sich der kohlensaure Kalk niederschlägt und der Härtegrad abnimmt. Genaue Versuche über den Einfluß der geschlossenen Röhren sind, so viel bekannt, noch keine gemacht worden, doch ist anzunehmen, daß bei ihnen des Druckes wegen, unter wel-

chem das Wasser und die aufgelösten Gase stehen, eine Ausscheidung weniger zu befürchten sei. Da der wohlthätige Einfluß jener kohlensauren Salze nachgewiesen worden ist, wäre also die Anwendung geschlossener Leitungen in dieser Hinsicht vortheilhafter, eine freie Ableitung, namentlich aber die Anordnung kleiner Abstürze, eher von Schaden. Es kann daraus gefolgert werden, daß es selbst bei Trinkwasser für die Qualität ziemlich gleichgültig ist, in welcher Art das Wasser zugeleitet wird, wenn dasselbe nur dem Einfluß der Lufttemperatur und des Lichtes entzogen ist.

Wollte man den geschlossenen Röhren an sich einen schlimmen Einfluß zuschreiben, so wäre derselbe jedenfalls bei der Vertheilung verhältnißmäßig viel bedeutender, als bei der, kürzere Zeit dauernden, Zuleitung und seine Ausdehnung auch auf letztere brächte wenig Schaden. Es ist aber zu bezweifeln, daß irgendwo ein solcher schädlicher Einfluß wirklich konstatirt werden könne. Diese Einwirkungen könnten sich selbstverständlich nur auf die Benutzung des Wassers zum Trinken beziehen, während sie für dessen übrige Benutzung gleichgültig sind.

Die Rücksicht auf die Qualität des Wassers wird somit weder für eine Leitung durch freien Ablauf, noch für eine solche in geschlossenen Röhren entscheidend sein.

b. Disponibles Gefäll.

Die Bewegung des Wassers in offenen Kanälen beim freien Ablauf und in geschlossenen Röhren unter höherm Druck richtet sich nach den gleichen Gesetzen. In offenen Kanälen berechnet sich die Wassermenge nach der Formel

$$M = \sqrt{k \frac{Q^3}{U} G}$$

wobei M die Wassermege pro Sekunde,
Q den Wasserquerschnitt,
U den benetzten Umfang des Kanalprofiles,
G das Gefäll bezeichnet.

Diese Formel verwandelt sich für geschlossene Röhren, in denen das Wasser unter Druck steht, in diejenige

$$M = \sqrt{k' D^5 G}$$

wobei D der Durchmesser ist. Diese einfachen Formeln sind zwar

keineswegs sehr genau und es sind sinnreiche Untersuchungen angestellt worden, um die Resultate der Rechnung überall mit der Erfahrung zusammen stimmen zu machen. Auch bei den komplizirten Formeln sind jedoch die Abweichungen so groß, daß sich die umständlichere Rechnung keineswegs lohnt und man besser jene einfachen Formeln benutzt, welche mit geringer Mühe eine ziemliche Annäherung gewähren. Die beiden Werthe **k** und **k'** müssen durch Beobachtungen bestimmt werden. Während man früher die Beschaffenheit der Wände von keinem Einfluß hielt, zeigen neuere Versuche das Gegentheil, so daß nach den Beobachtungen von Darcy **k'** für die glatten Wände neuer gußeiserner Röhren doppelt so groß ist als für ältere Röhren, in denen sich ein Schlammabsatz gebildet hat, und es lieferten nach den Messungen Batemans in Glasgow Röhren, welche mit Asphaltkitt getränkt sind und daher ganz glatte Wände haben, ungefähr 60% mehr Wasser als nach den gewöhnlichen Formeln vorausgesehen wurde.

Man kann aber keineswegs auf die Dauer eines so vortheilhaften Zustandes rechnen und es ist beim Entwerfen von großen Anlagen gerechtfertigt, schon von Anfang an jene ungünstigeren Verhältnisse vorauszusetzen und kleinere Koeffizienten zu wählen. Für den gemauerten, sauber mit Cement verputzten Kanal der Wasserleitung in Dijon fand Darcy den Werth

$$M = \sqrt{13.3 \frac{Q^3}{U} G}$$

wo G der Fall pro Mille. Hier wählt man bei gleich glatten Wänden zweckmäßig den Werth **k** = 10.

$$M = \sqrt{10 \frac{Q^3}{U} G}$$

In der Formel für geschlossene Röhren

$$M = \sqrt{k' D^5 G}$$

müssen nach dem Obigen sehr verschiedene Werthangaben für die Konstante **k'** erwartet werden. Bateman fand solche in Glasgow bei sehr weiten Röhren und schwachem Gefäll gleich 3.4. Bei den von ihm mitgetheilten nach den Formeln Dubuats berechneten Tabellen ist dieselbe im Mittel 1.3, Dupuit gibt sie ebenfalls zu 1.33 an. Bei den Versuchen in Dijon fand Darcy für Röhren von 1" Weite **k'** = 1.0, für solche von 3" Weite **k'** = 1.62, für 15"

Weite k' = 1.92. Da er verlangt, daß für ältere Röhren k' bloß auf die Hälfte des Werthes bei neuen glatten Röhren angenommen werde, müßte man bei sehr engen Röhren für Hausleitungen k' = 0.5, bei engen Straßenleitungen k' = 0.81, bei weitern k' = 0.96 setzen. Bei diesen Verschiedenheiten mag es passend sein, den Werth von k' nicht zu hoch anzunehmen, was der Fall ist, wenn k' = 1, somit

$$M = \sqrt{D^5 G}$$

Dabei bezeichnet M die Wassermenge pro Sekunde in Kubikfuß Schweizermaaß,

D den Durchmesser in Schweizerfuß,

G das Gefäll pro Mille.

Für die Wassermenge in 24 Stunden und die Angabe des Durchwassers in Zollen verwandelt sich diese Formel in

$$m = 273 \sqrt{d^5 G}$$

wofür der Einfachheit wegen gesetzt werden kann

$$m = 250 \sqrt{d^5 G}$$

m = Wassermenge in Kubikfuß in 24 Stunden,

d = Durchmesser in Zollen,

G = Gefäll pro Mille.

Diese Formel ergibt für m Werthe, welche um zirka 10 % zu klein sind, doch wird dieser Fehler bei Leitungsnetzen wieder dadurch aufgehoben, daß die mancherlei Gefällsverluste in Abzweigungen und so weiters nicht berücksichtigt werden können. Bei einzelnen weiten Leitungssträngen, wie solche in Glasgow bestehen, wird man allerdings einen höhern Werth annehmen und

$$m = 350 \text{ bis } 400 \sqrt{d^5 G}$$

setzen können.

Aus diesen Formeln zeigt sich, wie sehr eine Vergrößerung des Querschnittes die zuzuleitende Wassermenge vermehrt und wie sie daher bei gegebener Wassermenge das Gefäll zu vermindern gestattet. Eine Vermehrung des Querschnittes ist bei gemauerten Kanälen ohne große Schwierigkeit, während sie bei Röhren mit großen Auslagen verbunden ist, ja sogar nicht wohl über 4 Fuß Durchmesser ausgedehnt werden kann. Wo es daher von Werth ist, das Gefäll möglichst zu sparen, kann dieß durch Anwendung gemauerter Kanäle mit großem Durchflußprofil leicht geschehen. Wo dagegen

überflüssiges Gefäll vorhanden ist, wird solches zweckmäßig zur Hervorbringung eines Druckes dienen und dadurch eine Verkleinerung des Querschnittes, wenn auch in weit niedrigerem Verhältniß ermöglichen. Bei großen Gefällen sind Röhren, bei kleinen gemauerte Kanäle am besten am Platze.

c. Die Terrainbeschaffenheit.

Ist die hochliegende Quelle und der Benutzungsort des Wassers durch einen Höhenzug verbunden, so kann das Wasser in freiem Laufe dem Abhang nachgeführt werden und so hoch am Benutzungsort anlangen, daß es sich von hier erst in verschiedene Leitungen vertheilt. Liegt aber die Quelle auf einer Höhe, die von der Stadt durch eine breite Thalfläche getrennt oder nur auf sehr weitem Umwege durch einen Höhenzug mit ihr verbunden ist, so würde eine Leitung für freien Ablauf ungeheure Bauten oder eine große Verlängerung und dadurch wieder einen Gefällsverlust verursachen, es wird also eine geschlossene Leitung besser am Platze sein.

d. Kosten.

Gemauerte Kanäle können nicht sehr klein gemacht werden, da ein Begehen derselben wünschbar ist, um Fehler entdecken und Reparaturen vornehmen zu können. Bei dem Aquadukt in Dijon hat sich solches bei einer Höhe von 3 Fuß und einer Weite von 2 Fuß noch möglich erwiesen, dagegen sind diese Dimensionen allerdings als ein Minimum zu betrachten und würde eine weitere Verminderung ein Begehen ganz unmöglich machen. Die Kosten einiger gemauerter Wasserleitungen betragen:

Ort.	Weite.	Höhe.	Kosten pro lauf. Fuß.
Dijon	2′	3′	6.30 Fr.
Paris, Aquadukt der Dhuis	4.5—5′	. . . . . .	9. „
Brüssel, Strecken im Einschnitt	3.7′	5.7′	13 „
„ „ Tunnel	3.7′	5.7′	17—18 „
Besançon	2.5′	6.7′	18.— „

Diesen Preisen von $6^1/_2$ bis 18 Franken pro Fuß dürften eiserne Röhren von zirka 1 bis 2 Fuß Weite entsprechen, bei denen das Durchflußprofil unverhältnißmäßig geringer ist und zur Lieferung gleicher Wassermengen das Gefäll viel größer werden muß. Für England wird berechnet, daß die Kosten eiserner Röhren bei 2 bis 4 Fuß Weite 3 bis 4 Mal diejenigen gemauerter Kanäle

sind, indem sie für jene 16½ bis 100 Fr. per laufenden Fuß betragen, für diese nur Fr. 4.20 bis Fr. 26.50. Da man mit den gemauerten Kanälen dem Terrain folgen muß, mit den eisernen Röhren dagegen die kürzeste Linie einschlagen kann, stellt sich die Länge der erstern größer heraus und geht dadurch der Vortheil des geringern Preises theilweise verloren. Die Terraingestaltung ist daher in jedem einzelnen Falle auch für die Kosten maaßgebend.

Bei kleinen Wassermengen treten an die Stelle der gemauerten Kanäle Röhren aus Cement oder Thon als Gegensatz zu den eisernen Röhren. Jene sind ebenfalls beträchtlich billiger als letztere, eignen sich aber nur zum freien Ablauf des Wassers. Bei den an sich geringeren Kosten der Röhren werden die anderweitigen Kosten für Landentschädigung, Erdarbeiten und die durch Verfolgung der Terrainunebenheiten vermehrte Länge mehr ins Gewicht fallen, so daß in der Regel der Unterschied mehr als ausgeglichen werden dürfte und trotz der geringeren Kosten pro Längeneinheit, im Ganzen eine eiserne Leitung billiger zu stehen kömmt als eine solche aus Cement- oder Thonröhren.

Im Allgemeinen kann man daher annehmen, daß bei nicht zu ungünstigen Terrainverhältnissen für die Ableitung beträchtlicher Wassermengen die gemauerten Kanäle, für kleine Wassermengen dagegen eiserne Röhren vortheilhafter sind und daß nur die Rechnung in jedem einzelnen Fall entscheiden kann, wo der Uebergang stattfindet und welche Art der Ableitung in allen Hinsichten am vortheilhaftesten ist.

Die Kosten von Cement-, Thon- und eisernen Röhren stellen sich in Zürich, inklusive Legen aber ohne die Grabarbeit, wie folgt:

	Thon.	Cement.	Asphaltröhren.	Asphaltirtes Blech.	Gußeisen.
5″ Weite	1.80	—	2.40	2.50	3.20
10″ „	—	3.—	5.90	6.30	7.80
15″ „	—	4.50	9.90	12.00	14.00
20″ „	—	6.—	16.30	18.80	22.50

d. Material der Leitungen.

Gemauerte Kanäle.

Das Material für die gemauerten Leitungen wird durch die örtlichen Verhältnisse bedingt und besteht in den meisten Fällen entweder aus Backsteinen, wobei die Fugen mit Cement ausgestrichen werden, aus Bruchsteinmauerwerk mit Cementverputz oder ganz aus

Betonmasse. Die Anlage dieser Leitungen entspricht ganz derjenigen der größern Abzugskanäle.

Hie und da kommen auch rechteckige Plattenkanäle zur Anwendung, welche bei Abzugskanälen der Ablagerungen wegen verwerflich, hier dagegen bei dem reinen Wasser anwendbar sind.

Für die Leitung in Röhren stehen wesentlich die gleichen Materialien zur Verfügung, wie zur Vertheilung des Wassers im Innern der Städte, obgleich bei letzteren des Druckes wegen allerdings einige wegfallen müssen, welche hier noch Verwendung finden können. Diese Materialien sind: Thon, Cement, Gußeisen, bituminirtes Blech und Asphalt.

Thonröhren, Cementröhren.

Die Röhren aus gebranntem Thon widerstehen an sich mit vollständiger Sicherheit einem ziemlich bedeutenden Druck von über 100 Fuß Wasserhöhe. Es ist daher schon oft vorgeschlagen worden, sie auch zu solchen Leitungen zu benutzen, in denen das Wasser im Druck steht. Die schwachen Punkte liegen jedoch hier in den zahlreichen Verbindungsstellen, sei es daß solche in Muffen oder in Verbindungsringen, welche über die Fugen geschoben werden, bestehen. Die Dichtung der Fugen geschieht mit Cement oder Kitt, welche in kurzer Zeit vollkommen hart werden. Da sowohl Muffen als Verbindungsringe dem Zersprengen nur sehr schwach widerstehen, verursacht die geringste Bewegung beim Legen oder im Boden, sowie jedes Anschwellen des Dichtungsmaterials ein Zerspringen der Verbindung und ein Leckwerden der Fugen. Bei freiem Lauf des Wassers hat dieß keinen Nachtheil, da die entstehenden Risse nur sehr fein sind und kein Wasser entweichen lassen, verursacht dagegen bei höherem Drucke bedeutende Verluste. Bei den Leitungen im Innern der Städte wird dieser Uebelstand noch durch die häufigen Nachgrabungen nach Abzugskanälen, Gasleitungen und dergleichen vermehrt, bei welchen allzuleicht eine Beschädigung der Röhren vorkommt, so daß Thonröhren hier ohnehin nur bei einer tiefen Lage gesichert wären. Die Verwendung von Thonröhren ist somit nur da gerechtfertigt, wo das Wasser nicht im Drucke steht, der Boden vollkommen fest ist und keine Beschädigungen durch andere Grabungen zu befürchten sind. Es ist dieß bei den tiefliegenden kleineren Abzugskanälen der Fall, daher denn dort die Verwendung der glasirten Thonröhren vortheilhaft ist.

Ganz wie die Leitungen aus gebranntem Thon verhalten sich die Cementröhren, über die nichts weiteres zu bemerken ist.

Ebenso gehören die Röhren aus gebohrtem Sandstein hieher, welche hie und da bei schwachem Drucke angewendet worden sind, außer den Nachtheilen der gebrannten Thonröhren aber noch den eines übermäßigen Gewichtes haben. Durch die Fortschritte der Eisenindustrie sind sie für eine Verwendung im Druck ganz verdrängt worden, durch Einführung der gebrannten und glasirten Thonröhren und des Cementes wohl auch für eine Leitung ohne Druck.

Gußeiserne Leitungen.

Gußeisen ist das Material, welches jetzt vorzugsweise zu Röhrenleitungen verwendet wird. Bei sorgfältiger Arbeit bietet es gehörige Festigkeit dar, ohne allzu sehr dem Rosten ausgesetzt zu sein. Die Wanddicke der Röhren ist so groß, daß ein Anbohren für Nebenleitungen leicht ist, und kleinere Leitungen an größern Hauptleitungen einfach angeschraubt werden können, während sie an kleinen durch Schraubenbänder befestigt werden. Mittelst passender Formen können alle irgend wünschbaren Verbindungs- und Extrastücke aus dem gleichen Material hergestellt werden. Das Gußeisen bildet somit in der That das vorzugsweise für Wasserleitungen taugliche Material und zwar eben sowohl für die Zuleitung als für die Vertheilung im Innern der Städte.

Die Verbindung der einzelnen Röhren geschieht gewöhnlich durch Muffen, wobei das eine Ende jeder Röhre in eine Erweiterung oder eine Art Becher am Ende der nächsten Röhre hineingeschoben wird. Der 2 bis 3 Linien weite Zwischenraum wurde früher immer und jetzt noch meistens gegen das Innere des Rohres mit einer Theerschnur abgeschlossen, außen mit Lehm verstrichen und sodann mit Blei ausgegossen. Nach dessen Erkalten wird der Lehm beseitigt und das Blei durch Stemmen fest in die Fugen hineingetrieben.

In England kommt in neuerer Zeit die gebohrte und abgedrehte Muffenverbindung sehr in Aufnahme, für Röhren unter 1 Fuß Durchmesser ist sie in Glasgow und Liverpool fast ausschließlich im Gebrauch. Bei dieser Verbindung hat das Spitzende der Röhren ein vorstehendes Band, das genau rund und schwach konisch mit zirka $1/_{62}$ Anlauf abgedreht wird und sich an die ausgebohrte innere Fläche der Muffe anschließt. Um eine etwelche Elastizität der Ver-

bindung beizubehalten, wird ein getheerter Wergfaden um das Spitzende gewickelt. Vor dem Zusammenstecken streicht man die Röhrenenden mit geschmolzenem Asphalt an und erwärmt die Muffe, welche sich nachher beim Erkalten um so fester anpreßt. Die Kosten für Herstellung der Verbindungen und für das Legen sollen durch dieß Verfahren um 50 % unter diejenigen der gewöhnlichen Bleifugen erniedrigt werden.

Dagegen ist es zweifelhaft, ob diese Verbindung die nöthige Elastizität gewähre und ob nicht bei Temperaturänderungen und daherigen Verkürzungen und Verlängerungen des Röhrenstranges die Fugen undicht werden. Ebenso geht der Vortheil verloren, Röhren, welche am Spitzende abgeschnitten worden sind, wieder in die gewöhnlichen Muffen verwenden zu können, so daß in solchen Fällen doch wieder zur Bleiverdichtung übergegangen werden muß.

In Paris werden bei den Röhren, welche in Abzugskanälen liegen, Verbindungsringe angewendet, wobei die beiden Röhrenenden gleich sind und die Fuge durch einen übergeschobenen Ring gedeckt wird. Beim Legen wird ein Streifen Bleiblech rings um die Fuge gelegt und dann der Ring von der Seite her angetrieben. Da er im Innern schwach konisch ist, wird das Blei stark zusammengepreßt und es genügt eine nachträgliche Verstemmung, um die Fuge ganz wasserdicht zu machen. Bei Reparaturen braucht der Ring bloß wieder zurückgeschlagen zu werden, um ein Freiwerden der Fuge zu bewirken und ein Herausnehmen der betreffenden Röhre zu gestatten. Bei Röhren, welche auf Konsolen nahe der Decke der Abzugskanäle liegen, ist dieses Verfahren ganz leicht, während ein Ausgießen mit geschmolzenem Blei schwer zu bewerkstelligen wäre. Umgekehrt dürfte die Verschiebung der Ringe und ein gehöriges Verstemmen auch auf der untern Seite bei Röhren, welche in der Erde liegen, schwieriger sein als die gewöhnliche Verbindung.

Es sind noch mancherlei andere Verbindungen vorgeschlagen worden, so namentlich auch die Dichtung der Fuge durch einen Kautschukring, der von den beiden Röhrenenden zusammengepreßt wird, System Petit. Abgesehen davon, daß diese Verbindung mit Rücksicht auf die komplizirtere Form der Röhrenenden jedenfalls nicht billiger ist als die Muffenverbindung, verliert man hier den Vortheil, daß auch eine, auf beliebige Länge abgeschnittene Röhre immer wieder benutzt werden kann.

Früher war die Verbindung mit vorstehenden, durch Schrauben zusammengezogenen Flanschen üblich. Da dieselbe jedoch zu steif war, erfolgten viele Röhrenbrüche, daher sie jetzt nur noch ausnahmsweise bei Verbindungen mit Extrastücken, wie Hahnen und dergleichen, angewendet wird.

Die Stärke der gußeisernen Röhren hängt zu sehr von der Beschaffenheit des Gußeisens und namentlich von der Sorgfalt, welche beim Gießen auf gleichförmige Masse und Wandstärke verwendet wird, ab, als daß für sie eine allgemein gültige Regel aufgestellt werden könnte. In den meisten Fällen wird diese Stärke unter Festsetzung gehöriger Garantie und strenger Proben am besten der Wahl der Lieferanten überlassen. Dabei darf man nicht übersehen, daß der Stärke der Röhren im Laufe der Zeit durch den Rost von Innen und Außen Eintrag geschieht.

Da das Eisen sich mit wachsender Temperatur ausdehnt, sind die gußeisernen Leitungen, sofern das Wasser keine konstante Temperatur hat, Längenänderungen ausgesetzt. Bei zweckmäßigen Bezugsquellen und in gemäßigtem Klima sind die Temperaturänderungen des Wassers und mit ihnen die Längenänderungen nur unbedeutend, es wird daher der Spielraum in den gewöhnlichen Fugenverbindungen hinreichen, um sie unschädlich zu machen. Eine Ausnahme hiervon machen die in Abzugskanälen liegenden, großen Leitungen der Marseiller Wasserversorgung. Die Temperaturänderungen des zugeleiteten Durancewassers sind so groß, daß die Längenveränderungen nicht mehr unberücksichtigt bleiben können, und von Zeit zu Zeit bewegliche Röhrenverbindungen ähnlich den Stopfbüchsen angebracht sind.

Zum Schutz gegen den Rost von Innen und Außen werden die gußeisernen Röhren allgemein mit einem Ueberzug von Pech und Theer, oder Asphalttheer versehen, zu welchem Zwecke sie erhitzt und in einen mit der geschmolzenen Substanz gefüllten Kessel eingetaucht werden. Ob dieser Ueberzug lange Zeit der Wasserströmung widerstehe, ist nicht bekannt, jedenfalls trägt derselbe, wie schon angegeben, im Anfang wesentlich zur Vermehrung des Leitungsvermögens der Röhren bei. Hie und da wird im Innern auch eine Tränkung mit Kalkmilch angewendet, deren Erfolg jedoch kaum von langer Dauer sein dürfte.

Verschiedene andere Mittel wie Cementüberzug und dergleichen haben sich keine allgemeine Geltung verschafft.

Blechröhren.

Die Wasserleitungsröhren haben hauptsächlich einem Druck von Innen nach Außen zu widerstehen, der die Wände zu zerreißen bestrebt ist. Das Gußeisen ist seiner Natur nach weniger geeignet einem Zuge zu widerstehen und wird daher in allen Verwendungen, wo nicht ein Druck, sondern ein solcher Zug stattfindet, durch das Schmiedeisen ersetzt. Das Bestreben lag nahe, auch für die Wasserleitungsröhren Schmiedeisen zu verwenden, doch hat solches den Nachtheil, daß es nicht wie das Gußeisen bloß an seiner Oberfläche rostet, sondern vom Rost ganz zerfressen wird. Es ist daher ein Ueberzug erforderlich, der ein Rosten bleibend hindert und sich auch mit der Zeit nicht verliert.

In Frankreich sind die Chameroy-Röhren in ausgedehntem Gebrauch, welche aus verbleitem Blech verfertigt, innen und außen mit einem Asphaltüberzug versehen sind. Letzterer ist bedeutend stärker, als er gewöhnlich bei den gußeisernen Röhren gemacht wird, und soll daher nach Versuchen in Paris von Dauer sein. Dadurch wird denn auch das Eisen mit seiner Bleihülle geschützt. Diese allein würde wohl keinen ganz sichern Schutz gewähren.

Die Verbindung der einzelnen Röhren geschieht durch ein Zusammenschrauben der Enden oder durch ein Zusammenstecken nach Art der gedrehten und ausgebohrten Gußröhren. Die erstere Verbindung soll sich nicht bewährt haben.

Da die Kosten dieser Röhren nur 80 bis 85 % derjenigen aus Gußeisen betragen, ist ihre Verwendung sehr vortheilhaft und man darf ihnen zu bloßen Zuleitungen ohne Bedenken den Vorzug geben. Für die Vertheilung im Innern der Städte haben sie dagegen verschiedene Nachtheile, die namentlich in der Unmöglichkeit, Extrastücke und Formstücke aus dem gleichen Material anzufertigen, sowie in der größern Schwierigkeit der Anbringung von Seitenmündungen liegen. Lassen sich gerade Röhren leicht aus genietheтem Blech erstellen, so ist dieß mit Bogen und T-Stücken nicht mehr der Fall, man ist für diese auf das Gußeisen beschränkt. In einer Vertheilung im Innern der Stadt, wo solche Stücke sehr häufig sind, ist ein beständiger Wechsel des Materials höchst unangenehm, die daraus hervorgehenden Nachtheile wiegen den Vortheil des geringeren Preises der geraden Stücke auf. Dadurch begründet sich ohne Zweifel die nicht sehr große

Ausdehnung, welche die Verwendung der schmiedeisernen Röhren bis jetzt gefunden hat und das fortwährende Ueberwiegen der Gußröhren.

In neuerer Zeit macht die Fabrikation des verzinkten oder galvanisirten Eisenbleches bedeutende Fortschritte. Dasselbe ist sehr solid und dürfte sich neben das asphaltirte Blech von Chameroy stellen lassen. Die Anfertigungskosten sind immer noch bedeutend hoch, daher solche Röhren im gegenwärtigen Augenblick noch keine große Verbreitung gefunden haben. Eine wichtige Anwendung für sie dürfte in den Hausleitungen sein, wo sie an die Stelle der Bleiröhren treten würden, die, wie später gezeigt wird, verschiedene sanitarische Bedenken gegen sich haben.

Asphaltröhren.

Wie man Schmiedeisen durch einen Asphaltüberzug gegen den Rost zu schützen gesucht hat, ist ein anderer Stoff, der an sich sehr wenig zur Leitung des Wassers geeignet wäre, dagegen eine bedeutende Festigkeit gegen das Zerreißen darbietet, durch Tränkung mit Asphalt zur Verfertigung von Röhren benutzt worden, nämlich Papier. Aus Papier, das mit Aphalt getränkt ist, werden Röhren gewickelt und in ihrer Oberfläche wieder mit Asphalt überzogen; bei denselben bildet der Asphalt den Hauptbestandtheil, der unverändert bestehen und auch dem Papier seine Eigenschaften bewahren soll, während letzteres die nöthige Festigkeit gewährt. Diese Röhren sind um ungefähr 25 Prozent billiger als die gußeisernen und um 15 % billiger als die Chameroyröhren, so daß der Unterschied gegenüber letztern nicht mehr sehr bedeutend ist. Dabei ist anzunehmen, daß wenn der Asphalt im Stande ist das Papier zu schützen, er solches bei dem Blech jedenfalls noch viel eher thut. Die Zeit, seit der solche Röhren verfertigt werden, ist nicht lang genug um entscheiden zu können, ob nicht in dem Papier trotz seiner Umhüllung mit Asphalt Aenderungen vorgehen, welche seiner Festigkeit Eintrag thun und mit der Zeit ein Zerplatzen der Röhren herbeiführen könnten. Anfänglich halten sie allerdings einen Druck bis auf 600 Fuß Wasserhöhe aus.

Die Verbindung dieser Röhren geschieht durch übergeschobene Ringe mit Dichtung des Zwischenraumes durch Asphaltkitt.

Wie bei den Chameroyröhren sind hier Formstücke schwer anzufertigen, sie werden plump und unförmlich. Noch schwerer dürfte die Anbringung von Seitenmündungen sein.

In Folge dieser Eigenschaft können daher die Asphaltröhren

mit Vortheil nur zur einfachen Zuleitung, nicht aber zur innern Vertheilung des Wassers benutzt werden und es verdienen auch zum erstern Zwecke die Chameroyröhren aus asphaltirtem Blech troz etwelcher Mehrkosten ihrer größern Sicherheit wegen den Vorzug.

Bleiröhren werden nicht zur Zuleitung, sondern bloß im Innern der Häuser zur Vertheilung angewendet, daher sie später betrachtet werden sollen.

Zur Zuleitung des Wassers im Großen ist somit, sobald ein Druck vorkömmt, bloß das Gußeisen und das asphaltirte Blech mit Sicherheit zu verwenden und es wird jeweilen von der Oertlichkeit abhängen, welchem man den Vorzug gibt.

e. Unterhalt der Leitungen.

Troz des soliden Materials, aus welchem die Leitungen bestehen, sind Reparaturen an ihnen doch nicht zu vermeiden. Die Auslagen für solche lassen sich durchaus nur durch die Erfahrung bestimmen und werden an verschiedenen Orten sehr verschieden ausfallen. Nach den auf Beobachtungen in Paris gestützten Angaben Dupuits betragen sie für gewöhnliche Fälle pro laufenden Meter Leitung zirka 5 Rappen oder pro 1000 Fuß zirka 15 Franken im Jahr. Dabei sind die Auslagen für Wiederherstellung des Straßenpflasters inbegriffen, welche zirka 40 % des Betrages ausmachen und bei einfachen Zuleitungen außerhalb der Stadt wegfallen. Selbstverständlich sind dabei die Arbeiten für nachträgliche Erstellung von Seitenleitungen bei dem Vertheilungsnetz nicht inbegriffen.

f. Lufthähne (ventouses).

Bei der Zuleitung des Wassers, noch mehr aber bei der innern Vertheilung, besteht eine geschlossene Leitung aus einer Reihenfolge von Hebungen und Senkungen, indem gerade ein Hauptvortheil der geschlossenen Leitungen darin liegt, ohne große Grabungen der Bodengestaltung folgen zu können. An allen hohen Stellen wird sich die aus dem Wasser ausscheidende Luft ansammeln und den Querschnitt für den Wasserabfluß verengen, dadurch einen wesentichen Gefällsverlust verursachen, ja unter Umständen den Wasserabfluß ganz verhindern. Aus diesem Grunde muß an allen nach aufwärts gekehrten Biegungen der Leitung eine Vorrichtung zur Entluftung angebracht sein. Befindet sich an dieser Stelle ein beständig fließender Brunnen, so versieht derselbe ohnehin diesen Zweck, indem die Luft durch ihn entweicht. Ein Hahn, der von

Zeit zu Zeit so lange geöffnet wird, bis keine Luft, sondern Wasser ausströmt, kann ebenfalls dazu dienen; er hat jedoch den Nachtheil, daß er beim Füllen der Leitungen nach allen Abstellungen eine sorgfältige Behandlung verlangt, da in diesen Fällen die Luft besonders schädlich wirkt, ja selbst zur Explosion von Röhren, die im Uebrigen hinlänglich stark sind, Anlaß geben kann. Eine Nachlässigkeit in der Behandlung kann daher großen Schaden anrichten und es verdienen selbstwirkende Entluftungsvorrichtungen den Vorzug.

In Frankreich wurde hierzu ein Kasten auf die Leitung aufgesetzt, an dessen oberem Deckel ein von Innen schließendes Ventil angebracht ist. Das Ventil ist an einer hohlen Kugel befestigt, die im Innern des Kastens sich befindet, bei vollem Kasten im Wasser schwimmt und, gleichzeitig mit dem Wasserdruck auf das Ventil, solches gegen die Oeffnung preßt und schließt. Füllt sich dagegen der Kasten mit Luft, so hängt die Kugel mit ihrem Gewichte am Ventil, entgegen dem an Stelle des Wasserdruckes der Leitung getretenen Luftdruck, der dasselbe immer noch zu schließen strebt. Ist das Gewicht größer als dieser Druck, so wird sich das Ventil öffnen, im umgekehrten Fall bleibt es geschlossen. Die Erfahrung sowohl als die Rechnung zeigen nun, daß diese Vorrichtung zwar beim Füllen der Leitung wirkt, während des Betriebes dagegen bei allmäliger Ansammlung von Luft und einigermaßen bedeutendem Druck nutzlos wird, indem der Druck auf die innere Fläche des Ventiles, welches der Möglichkeit der Ausführung wegen eine gewisse Größe erhalten muß, das Gewicht der Kugel überwiegt und überdieß noch in Verbindung mit der Reibung an den Führungen jenes beständig geschlossen hält, auch wenn der Kasten ganz mit Luft statt mit Wasser angefüllt ist. Wollte man die Kugel schwer genug machen, so schwimmt sie nicht mehr auf dem Wasser und es bleibt das Ventil, selbst wenn sich die Luft entleert hat und Wasser ausströmt, geöffnet oder es muß der ganze Apparat eine unmäßige Größe erhalten.

Besser dürften die in England von Bateman und Moore patentirten, von Guest und Chrimes in Rotherham verfertigten Ventile wirken. Hier wird die Oeffnung im obern Deckel des Kastens, der an sich ganz dem bei der obigen Vorrichtung entspricht, nicht durch ein Ventil, sondern durch die im Wasser schwimmende Kugel selbst geschlossen. Letztere besteht aus Kautschuk mit irgend einer beschwerenden Beimischung und ist nur unmerklich leichter als das Wasser, so daß sie gerade noch schwimmt. Hat sie sich bei

steigendem Wasser gegen die Oeffnung gelegt, so wird sie durch den Druck selbst noch besser angepreßt und bildet einen vollkommen dichten Verschluß. Fällt dagegen das Wasser, so hängt sie mit ihrem ganzen Gewicht ohne irgend welche Reibung an der Oeffnung. Es steht nichts im Wege, diese Oeffnung so klein zu machen, daß der Druck von Innen das Gewicht der Kugel unter keinen Umständen überwiegen kann, ein Festkleben der letztern daher unmöglich ist. Die beiden Uebelstände der Reibung und der Größe des Ventiles bei der französischen Vorrichtung sind daher vermieden.

Soll die Vorrichtung nur während des Füllens der Leitung zum Entweichen großer Luftmengen dienen, so ist die Oeffnung im Deckel größer, bleibt dann aber während des regelmäßigen Betriebes durch den Wasser- oder Luftdruck geschlossen.

Eine solche Entluftungsvorrichtung kostet bei Guest und Chrimes

für hohen Druck	$62^1/_2$ Fr.
für die Wirkung während des Füllens	$87^1/_2$ „
Der Preis der französischen Entluftung betrug in Paris	64 „
in Dijon	$73^1/_2$ „
in Lyon	75 „

5. Vertheilung des Wassers.

Gelangt das Wasser entweder durch freien Lauf oder in geschlossenen Röhren in die Stadt, so erheischen die verschiedenen Zwecke, zu denen es hier dienen soll, eine Vertheilung in geschlossenen Röhren mit bedeutendem Druck, der dem Wasser gestattet, bis über die höchsten Häuser emporzusteigen und namentlich bei Feuersbrünsten in offenem Strahl oder durch Schläuche zur Verwendung zu kommen.

Von dem Endpunkte der Zuleitung ausgehend, vertheilt sich daher ein Röhrennetz in alle Straßen, bestehend aus einzelnen Hauptleitungen, an welche sich Nebenleitungen zur Versorgung kleinerer Komplexe, und an diese noch kleinere Nebenzweige zur Versorgung einzelner Gassen anschließen.

Es kommen hier zwei Systeme zur Geltung. Bei dem einen, dem Verästlungssystem, bildet jede Hauptleitung mit ihren mittleren und kleinsten Nebenzweigen einen abgeschlossenen Theil des ganzen Netzes, der nur von seinem Anfangspunkte aus gespeist wird, bei dem sich daher das Wasser an allen Stellen von diesem Anfangspunkte aus in gleicher Richtung gegen die Endpunkte hin bewegt.

Bei dem andern, dem Zirkulationssystem, sind die Enden der einzelnen Leitungen, wohl auch schon andere Punkte vorher, mit einander durch Röhren verbunden.

Die vielfachen Verbindungen bewirken, daß das Wasser an einen bestimmten Punkt nicht nur durch eine einzelne Röhre gelangt, sondern daß es je nach den momentanen Entnahmen auf sehr verschiedenem Wege dahin fließen kann. Das Röhrennetz bildet in diesem Falle eine Art wasserhaltende Schicht, in der jedem momentan geöffneten Punkte von allen Seiten Wasser zuströmt, und es wird dadurch nicht bloß der Vortheil erreicht, daß bei starkem Bezug im Anfang eines Röhrenstranges das Wasser auch den ferner liegenden Punkten nicht ausgehen kann, sondern daß auch bei Reparaturen an einzelnen Stellen sowohl das vorwärts als das rückwärts liegende Röhrenstück nicht ohne Wasser ist. Die einzelnen Röhren unterstützen sich gegenseitig und gleichen den Druck an den verschiedenen Stellen aus.

Wenn somit dieß letztere System in Hinsicht der bloßen Vertheilung mehr Vortheile darzubieten scheint, wird doch von anderer Seite eingewendet, daß sich in den Leitungsröhren selbst beim reinsten Wasser ein etwelcher Niederschlag, entweder aus dem Wasser oder durch Oxydation der Röhren, ja selbst ein feiner Pflanzenwuchs, bilde. Bei mäßiger, in gleicher Richtung gehender Strömung lagert sich dieser Niederschlag fest ab, und es legen sich die Pflanzenfasern an die Röhrenwand, ohne daß das Wasser dadurch verunreinigt würde. Bei stark schwankender Geschwindigkeit dagegen, namentlich aber bei hin und her gehender Richtung der Strömung, wird dieser Niederschlag aufgeregt und es erfolgt eine Trübung des Wassers.

Da bei einer Berechnung des Netzes ohnehin eine dem Verästlungssystem entsprechende Bewegung des Wassers vorausgesetzt werden muß, erscheint es am zweckmäßigsten, das Netz zwar nach diesem System zu disponiren und für gewöhnlich wirken zu lassen, jedoch überdieß die verschiedenen Zweige entsprechend dem Zirkulationssystem mit einander zu verbinden und an der Verbindung durch einen Hahn abzuschließen. Dieses gemischte System verbindet den Vortheil einer gewöhnlich gleich gerichteten Strömung mit demjenigen, daß beim Anbohren und Abstellen einer Leitung die Speisung der übrigen Strecken des betreffenden Zweiges von der entgegengesetzten Seite her, wenn auch mit et-

welcher Trübung, erfolgen kann, und daß man namentlich in Nothfällen auf einen Punkt die ganze Wässermenge von allen Seiten vereinigen kann.

Allerdings läßt sich in manchen Fällen eine hin- und hergehende Strömung ohne äußerst große Kosten nicht vermeiden, wenn nämlich das Reservoir mit Rücksicht auf die Terraingestaltung an dem Ende eines Röhrenstranges angebracht wird, was an sich mit Hinsicht auf die Durchmesser der Röhren von großem Vortheil ist. Da hier die Richtung der Strömung regelmäßig wechselt, werden die Ablagerungen nie zur Ruhe kommen; es muß daher für fleißige Spühlung und damit für gänzliche Beseitigung derselben gesorgt und auf solche Weise eine Trübung des Wassers vermieden werden. Wenn dieß in Hauptleitungen angeht, wo ein regelmäßiger Wechsel stattfindet, wäre es in Nebenleitungen, wo beim Zirkulationssystem die Bewegungswechsel ganz zufällig sind, nicht möglich. Unter allen Umständen muß an dem äußersten Ende jedes Zweiges ein Ablaßhahn, am einfachsten ein Feuerhahn angebracht werden, um selbst bei schwachem Verbrauch eine Erneuerung des Wassers auch in den letzten Abzweigungen bewirken und so ein allzu langes Stagniren und Schlechtwerden desselben verhindern zu können.

Für die Bewegung des Wassers vom Anfangspunkt nach den entferntesten Stellen ist ein gewisses Gefäll nöthig, um welches sich der Druck in der Leitung und damit die Höhe, zu welcher das Wasser an den verschiedenen Punkten ansteigen kann, vermindert. Letztere Punkte werden daher in ihrer Gesammtheit eine vom Anfangspunkt der Versorguug gegen die Endpunkte hin fallende Fläche bilden, und es werden alle jene Orte, welche unter dieser Fläche liegen, noch mit Wasser versehen werden können, die darüber hervorragenden dagegen nicht.

Diese Senkung des Wasserdruckes und nicht die Lage der Röhren selbst, welche ganz ohne Einfluß ist, bildet das Gefäll der Leitungen und berechnet sich nach den früher gegebenen Formeln:

bei weiten Röhren $M = \sqrt{D^5 G}$

bei engeren Röhren $M = \sqrt{0.8 D^5 G}$

bei der Hausvertheilung $M = \sqrt{0.5 D^5 G}$

aus welchen hervorgeht, daß sie bei gegebenen Röhren um so ge-

ringer ist, je kleiner die durchfließende Wassermenge, während sie mit dem Steigen der letztern, also mit den Wasserentnahmen, wächst, und daß mithin bei geringem Wasserbezug das Wasser an den entfernteren Punkten höher steigt als bei starkem Bezug.

Auch bei stärkstem Bezug soll das Wasser selbst an den ungünstigst gelegenen Punkten noch die nothwendige Höhe erreichen, so daß man die ungünstigsten Umstände verbinden und von den höchstgelegenen Ausflußpunkten mit der stärksten zufälligen Wassermenge gegen den Anfangspunkt des Leitungsnetzes zurückrechnen muß. Es sind also in erster Linie jene ungünstigsten Punkte, sowie die größtmögliche Ausflußmenge zu bestimmen.

Die Höhe, bis zu der das Wasser an den ungünstigst gelegenen Punkten ansteigen soll, bestimmt sich durch die Rücksicht, daß mit dem vorhandenen Feuerwehrmaterial, den normalen Schläuchen und Wendröhren, in Brandfällen die Dächer der höchsten Häuser noch sollen erreicht werden können, und daß ein freier geschlossener Strahl von der Straße aus noch bis an die Gesimshöhe reichen solle, welche zu höchstens 60 Fuß angenommen wird.

Dabei handelt es sich keineswegs darum, daß bloß vereinzelte Tropfen so hoch gelangen, denn diese werden wenig zum Löschen beitragen, sondern es wird bis auf diese Höhe ein geschlossener, kräftiger Strahl verlangt. Versuche zeigen, daß für eine befriedigende Wirkung ein Ueberdruck von zirka 150 Fuß nothwendig ist und vollständig ausreicht.

Für gewöhnliche Zeiten wäre ein viel geringerer Druck nothwendig. Nimmt man als Wassermenge, welche ein Hahn auf dem Dachboden oder 65 Fuß über der Straße noch liefern soll, 25 Maaß per Minute an, so erfordert dieß bei 1 Zoll weiter Steigleitung einen Ueberdruck von zirka 10 Fuß, daher das Wasser in der Leitung unter dem Druck von 75 Fuß Höhe stehen muß.

In den meisten Fällen werden einzelne Punkte die Umgebung überragen, so daß die Frage entsteht, ob auch für diese an dem für Feuerlöschzwecke nöthigen Druck von 150 Fuß festgehalten werden müsse, oder ob man sich hier mit dem für gewöhnliche Zeiten ausreichenden, halben Druck von 75 Fuß begnügen und im Nothfall zu Feuerspritzen seine Zuflucht nehmen wolle. Da dieselben jedoch durch die Einführung einer Wasserversorgung, wenigstens für den Beginn der Brände, überflüssig werden und nur bei außerordentlichen Nothfällen noch in Thätigkeit treten sollen, ist es ge-

fährlich, für einzelne Stellen noch auf sie angewiesen zu sein, da sie wahrscheinlich zu spät eintreffen werden. Das Wasser soll daher wo immer möglich in solcher Höhe zugeleitet werden, daß in den höchstgelegenen Straßen noch ein Druck von 150 Fuß über der Straßenfläche vorkömmt.

Bei einer Wasserhebung durch Pumpen sind natürlich die Kosten des Pumpens abhängig von der Höhe, so daß sich die Betriebskosten sehr verändern, je nachdem eine Druckhöhe von 150 oder von 75 Fuß angenommen wird. Bei Städten mittlerer Größe, in denen Jahre vergehen ohne alle oder doch bloß mit einzelnen Brandfällen, wäre es nicht gerechtfertigt, dieser seltenen Fälle wegen das ganze Jahr die großen Auslagen zu haben, sondern man wird sich so einrichten, daß der Druck in den Leitungen an den höchsten Punkten gewöhnlich nur 75 Fuß beträgt, bei einem Brandfall dagegen sofort auf 150 Fuß gesteigert werden kann.

Bei einer Eintheilung der Wasserversorgung und damit der Dienstreservoire in verschiedene Etagen wird sich dieß sehr leicht ausführen lassen. Jedes Reservoir dient alsdann zur Ausgleichung des Hausverbrauchs in seiner Etage, dagegen zur Aufbewahrung der für Feuersbrünste nöthigen Wassermenge für die tiefer gelegenen Etagen. Es braucht bloß durch eine, mittelst eines Hahnes zu regulirende Seitenleitung mit dem Leitungsnetz dieser tiefern Etage verbunden zu sein. Auf diese Art wird eine möglichste Beschränkung der Kosten für das Pumpen ohne irgend welchen Nachtheil erzweckt. Bei der obersten Etage ist allerdings ein Reservoir erforderlich, das für gewöhnlich ohne Verbindung mit dem Netz nur bei Feuersbrünsten in Thätigkeit tritt.

Nach der Höhe, welche das Wasser an den ungünstigst gelegenen Stellen erreichen soll, ist die größte Wassermenge, welche die Leitungen führen sollen, zu bestimmen, und zwar nicht die größte durchschnittliche Wassermenge für einen längern Zeitraum, sondern diejenige, welche überhaupt in einem einzelnen Augenblicke aus einer betreffenden Leitung entnommen werden kann, um ein Sinken des Wassers in den entferntesten Theilen des Netzes auch in solchen vereinzelten Augenblicken zu verhüten.

Wir haben früher den Gesammtwasserverbrauch per Tag und Kopf nach den verschiedenen Zwecken betrachtet, und es werden die Schwankungen bei den verschiedenen Theilen ungleich sein. Die in Beilage angeführten Erfahrungen in London, wo fast nur Haus-

und Fabrikwasser zur Vertheilung kommt, zeigen, daß für ein ganzes Leitungsnetz der größte Verbrauch per Stunde zwischen 6 und 10 % des ganzen Tagesbedarfes wechselt, also den Durchschnitt um 1.5 bis 2.4 Mal übersteigt, welch letzterer Betrag als gültig anzunehmen ist. Da wohl die Wasserzuleitung, nicht aber das Leitungsnetz vergrößert werden kann, muß hier sofort auf den größtmöglichen Bedarf gerechnet werden, oder auf einen Durchschnitt von 6 bis 7 Kubikfuß per Tag, was somit einem Maximalverbrauch von zirka 15 Kubikfuß entspricht. Diese Entnahme wird gleichzeitig mit einer solchen zum Feuerlöschen stattfinden, dagegen wird bei einem größern Brande der Wasserbezug zu den übrigen öffentlichen Zwecken, namentlich für Fontainen, in dem betreffenden Quartier aufhören, so daß Leitungen, welche für den 2.4fachen durchschnittlichen Haus- und Fabrikbedarf und den Bedarf zum Feuerlöschen eingerichtet sind, vollkommen genügen. Bloß bei den Leitungen, welche größere Fontainen speisen, kommt der Bedarf dieser letztern als der größere in Rechnung, wogegen dann keine Rücksicht auf Wasser für Feuersbrünste, als dem kleineren Werthe, zu nehmen ist.

Hiernach läßt sich an allen Stellen das zu liefernde Wasser in zwei Abtheilungen berechnen. Der erste Theil wird bestimmt durch den Hausverbrauch der voraussichtlichen Bevölkerung in der zu versorgenden Fläche. Bei den äußersten Zweigen und den Hausleitungen sind die Schwankungen zwischen dem größten augenblicklichen und dem durchschnittlichen Verbrauch offenbar noch viel größer, da an einer nur für wenige Häuser bestimmten Leitung gleichzeitig mehrere Hähne geöffnet sein können. Man muß daher auch für solche Zweige annehmen, daß gleichzeitig wenigstens zwei Hähne geöffnet sein und 50 Maaß per Minute in den Häusern abgegeben werden können. Je mehr man sich von den äußersten Zweigen entfernt, desto mehr werden sich die von einzelnen Hähnen herrührenden plötzlichen Schwankungen aufheben, und wird der Verbrauch innerhalb des oben angenommenen 2.4fachen Durchschnittswerthes bleiben und nicht über 15 Kubikfuß per Kopf und Tag steigen. Der zweite Theil, für Feuersbrünste, beträgt nach dem Frühern bei größeren Leitungen 75 Kubikfuß per Minute, bei den äußersten Zweigen, wo nur ein Feuerhahn zu bedienen ist, 15 Kubikfuß per Minute.

Bei diesen Ermittlungen wird man die voraussichtliche Ausdehnung einer Stadt nicht außer Acht lassen und die Wassermenge

für einzelne Hauptlinien so annehmen, daß einer Steigerung des Verbrauches entsprochen werden kann.

Bei den einzelnen Röhrenstrecken im Innern des Netzes wird ein Theil des Wassers unterwegs seitwärts abgegeben, während der Rest am Ende der betrachteten Strecke weiter fließt. Für diesen Fall zeigt die Rechnung, daß der Einfluß der unterwegs abgegebenen Wassermenge ungefähr gleich ist demjenigen der Hälfte dieser Wassermenge, wenn solche die ganze Strecke durchfließen würde. Bezeichnet u die unterwegs, gleichmäßig vertheilt, abzugebende, M die ans Ende gelangende Wassermenge, so kann zur Berechnung der Weite und des Druckverlustes annähernd gesetzt werden:

$$0.55\ u + M = \sqrt{D^5\ G}$$

was die Rechnung ungemein vereinfacht.

Wenn so die Höhe, auf welche das Wasser an den ungünstigsten Stellen steigen soll, sowie die größtmögliche Durchflußmenge bestimmt ist, hat man zur Berechnung der Röhrenweiten noch das Gefäll oder, was gleichbedeutend, die Höhe des Ausgangspunktes zu wählen, und muß dabei so verfahren, daß die Kosten möglichst klein werden. Fließt das Wasser in freiem Laufe und in genügender Höhe zu, so ist der Ausgangspunkt von vornherein bekannt, man kennt das Gefäll jedes Röhrenstranges und berechnet daraus unmittelbar den Durchmesser. Anders gestaltet sich die Sache, wenn das Wasser durch Pumpen gehoben werden muß, so daß jede Vermehrung der Höhe und des Gefälles auch die Kosten für die Wasserhebung in gleichem Verhältniß vermehrt. Hier ist genau darauf zu achten, in welchem Verhältniß die verschiedenen Größen, Wassermenge, Durchmesser und Preis der Röhren und das Gefäll zu einander stehen.

Die Kosten für eine Leitung wachsen ungefähr proportional mit deren Durchmesser, ebenso die Kosten der Wasserhebung proportional mit dem Gefäll, während dagegen die Wassermenge im Verhältniß zu $\sqrt{D^5}$ und zu $\sqrt{G}$ steht, eine Vermehrung der Röhrenweite also von unverhältnißmäßig günstigerem Einfluß auf die Durchflußmenge ist als eine Verstärkung des Gefälls. Die nachstehende Zusammenstellung der Werthe $\sqrt{D^5}$ und $\sqrt{G}$ für verschiedene Durchmesser und Gefälle ermöglicht die Beurtheilung, inwieweit es vortheilhaft sei, das Gefäll oder aber die Weite zu steigern.

D	$\sqrt{D^5}$	G	$\sqrt{G}$
0.1	3	1	1.—
0.2	18	2	1.414
0.3	49	3	1.732
0.4	101	4	2.000
0.5	177	5	2.236
0.6	279	6	2.449
0.7	410	7	2.645
0.8	572	8	2.828
0.9	768	9	3.000
1.—	1.000	10	3.162
1.25	1.747	12.5	3.535
1.5	2.756	15	3.872
1.75	4.051	17.5	4.183
2.	5.657	20	4.472
2.5	9.882	25	5.000
3—	15.588	30	5.477

Es geht daraus hervor, daß eine Vermehrung des Gefälls von 5 auf 10 ‰ oder eine Verdopplung, bei der Nothwendigkeit einer Röhre von 10″ Weite im ersten Fall, bloß eine Verminderung derselben um 1″ oder eine Kostenersparniß an der Leitung um zirka 10 % gestatten würde.

Sofern das Gefäll nicht im Uebermaaß vorhanden ist, wird man sich daher bei längeren Leitungen in den Grenzen zwischen 1 bis 4 pro Mille für das Gefäll halten und hiernach die Höhe des Ausgangspunktes annehmen.

Hat man sich für eine bestimmte Höhe entschieden, so ist es ein Leichtes, von den höchstliegenden Punkten ausgehend für die einzelnen Röhrenstränge das Gefäll oder den Druckverlust zu ermitteln und darnach mittelst einer Tabelle, welche sich auf die früheren Formeln stützt, die verschiedenen Röhrenweiten abzuleiten.

Eine sehr große Genauigkeit ist dabei nicht nothwendig, da von vorneherein nur eine gewisse Anzahl Röhrendimensionen angenommen werden darf, um die Zahl der Reservestücke für den Unterhalt möglichst zu beschränken, überdieß die zu Grunde gelegten Werthe alle nur angenähert sind und große Abweichungen zulassen.

Da nach der gestellten Forderung auch die äußersten Zweige neben einem Hausbedarf von 50 Maaß pro Minute noch einen

Feuerhahn speisen sollen, der ohne allzu großen Druckverlust spielen muß, darf man für diese Leitungen keinen allzu kleinen Durchmesser annehmen und kann als geringste Weite für öffentliche Leitungen 100 Milimeter $3^1/_3$ Zoll schweizerisch oder 4 Zoll englisch festsetzen.

Anlage von Reservoiren.

Bei der Zuleitung des Wassers wurde auf die durchschnittliche, tägliche Wassermenge Bedacht genommen, während bei der Vertheilung der größte augenblickliche Bedarf in Betracht kommt, welcher nach den Londoner Erfahrungen für ein ganzes Leitungsnetz bis auf das ganze 2.4fache des Durchschnittes steigt. Eine durch einen gleichförmigen Zufluß gespiesene Wasserversorgung könnte also während des stärksten Bedarfes bloß 40 % desjenigen Gebietes mit Wasser versehen, welchem eigentlich ihre ganze Wassermenge entspricht, und es wird die Anlage von Reservoiren aus diesem Grunde zur unbedingten Nothwendigkeit, sobald der Verbrauch auf zirka 40 % desjenigen steigt, für welchen die Versorgung berechnet ist. Der Hauptzweck dieser Dienstreservoire ist somit eine Ausgleichung des unregelmäßigen Wasserverbrauchs gegenüber dem gleichmäßigen Wasserzufluß; zu den Zeiten, wo weniger Wasser verbraucht wird als zufließt, füllen sich die Reservoire, zu den Stunden dagegen, wo mehr als der Zufluß verlangt wird, ergänzen sie den letztern durch Abgabe des angesammelten Wassers. Da das Wasser in ihnen selbstverständlich nicht im Drucke stehen kann, müssen sie sich auf den höchsten Punkten befinden und so die Möglichkeit einer Speisung des Leitungsnetzes von ihnen aus gewähren. Sie sollen ferner so nahe als möglich am Vertheilungsgebiet selbst liegen, damit die Leitungen, welche auf die Schwankungen berechnet, somit größer sein müssen, gegenüber den auf den gleichmäßigen Durschnittsverbrauch berechneten Zuleitungen möglichst kurz werden.

Im Uebrigen ist es ziemlich gleichgültig, ob ein oder mehrere Reservoire vorhanden sind, ob sie am Anfang, in der Mitte, am Ende des Leitungsnetzes oder auch ganz seitwärts desselben liegen. Diese Verschiedenheiten werden bloß auf die Weite der Leitungen einen Einfluß ausüben.

Aus einem Reservoir, das am Anfang des Leitungsnetzes liegt, wird zeitweise das Maximum des Wasserbedarfes abfließen,

die Leitung somit entsprechend weit sein müssen; liegt dasselbe dagegen am entgegengesetzten Ende des Netzes, so wird bloß der Ueberfluß des Wassers hinein gelangen und ebenso nur der Mehrbedarf über die Normalwasserlieferung, aber nie der ganze Bedarf aus ihm bezogen werden, und es kann auch die Verbindungsleitung kleiner sein. Ebenso speisen mehrere Reservoire ein Vertheilungsgebiet auf kürzerem Wege, daher mit geringerem Druckverlust, oder durch engere und wohlfeilere Leitungen als ein einzelnes Reservoir, zumal wenn solches noch weit abliegt.

In den meisten Fällen werden die Terrainverhältnisse den Ausschlag geben, wo und wie viele Reservoire anzulegen sind, denn da dieselben nach unsern Voraussetzungen mehr als 150 Fuß über der Terrainhöhe der höchsten zu versorgenden Stadttheile liegen müssen, können sie ohne übermäßige Kosten nur auf natürlichen Höhen angelegt werden.

Bei Wasserversorgungen, die durch Pumpen gespiesen werden, ist es in manchen Fällen allerdings gar nicht möglich, größere Reservoire in der nöthigen Höhe anzulegen, wenigstens nicht für die höhern Quartiere, während doch irgendwo ein Druckregulator angebracht werden muß, durch den das nicht benutzte Wasser seinen Ausweg findet. In diesem Falle wird irgendwo in Verbindung mit der Leitung auf solcher oder seitwärts von ihr eine Standröhre angebracht, wie solche unten noch näher betrachtet werden, und es fließt das überschüssige Wasser in deren Spitze ab.

Zur Ausgleichung der Schwankungen im Tagesverbrauch wäre es genügend, wenn die Vertheilungsreservoire ungefähr den Drittheil des ganzen täglichen Durchschnittsverbrauches fassen würden, da der gleichmäßige Zufluß fortdauert und sich die Schwankungen jeden Tag ausgleichen. Die Möglichkeit einer Feuersbrunst am Ende der Periode des stärksten Bezugs und nach Verbrauch der Reserve für die Fontainen, also bei geleertem Reservoir, verlangt aber einen weitern Vorrath von wenigstens 45,000 Kubikfuß, sofern auf eine zehnstündige Dauer eines Brandes gerechnet wird. Dazu kommt noch die Möglichkeit von Unterbrechungen im Wasserzufluß und von Beschädigungen im Leitungsnetz selbst, welche bewirken, daß einzelne Gegenden vorübergehend ganz auf den Bezug aus dem Reservoir angewiesen sind. Allerdings sollten bei gehöriger Einrichtung alle Beschädigungen binnen kurzer Zeit reparirt werden, und kann das Wasser bei gehörig angelegtem Leitungsnetz an jede

Stelle auf verschiedenem Wege gelangen, doch ist möglich, daß ein Bruch nicht sofort entdeckt und beidseitig abgeschlossen wird, daß daher ein Theil des Wasservorrathes ausströmt. Die Größe der Dienstreservoire ist daher an den verschiedenen Orten ungemein verschieden, in Altona wurde ein solches erstellt für 10 bis 16 Stunden, in Lyon halten alle zusammen den Bedarf für zirka einen Tag, ebenso das Reservoir der Brüsseler Versorgung in Ixelles, die 2 Reservoire in Dijon halten den normalen Bedarf für 2 Tage à 4 Kubikfuß per Kopf berechnet, sollen aber mit Einschränkung des Verbrauches für 10 bis 11 Tage ausreichen. Die Vertheilungsreservoire aller Gesellschaften in London haben bei 950,000 □' Oberfläche und zirka 20 Fuß Tiefe einen Inhalt gleich der täglichen Wasserlieferung oder zirka 6 Kubikfuß per Kopf, das Reservoir der Basler Wasserversorgung hält 150,000 Kubikfuß oder 3 bis 4 Kubikfuß per Kopf.

Während somit der Drittel des ganzen Tagesverbrauches nebst 45 bis 50,000 Kubikfuß für Brandfälle als kleinster zulässiger Inhalt der Reservoire bezeichnet werden muß, erscheint es passend, solchen wo möglich auf einen ganzen Tagesbedarf oder 5 bis 10 Kubikfuß per Kopf der Bevölkerung auszudehnen.

Allzu große Reservoire haben keinen Zweck und sind eher nachtheilig, da das Wasser in ihnen zu lange stagniren würde.

Einem Stagniren des Wassers läßt sich übrigens leicht durch eine solche Anordnung der Zu- und Ableitungen vorbeugen, bei der durch Stellung von Hähnen eine veränderliche Strömung in dem Reservoir entsteht. Sofern das Wasser durch die gleiche Leitung zu- und abfließt, braucht man bloß verschiedene Zuflußöffnungen anzubringen und solche abwechselnd zu öffnen oder zu schließen.

Da Licht und Wärme zur Beförderung des Pflanzenwuchses und zum Entstehen thierischer Organismen wesentlich beitragen, ist es nothwendig, die Vertheilungsreservoire zu überdecken, wobei die Decke nicht bloß Licht und Wärme abhält, sondern auch die Verunreinigung des Wassers durch Staub und andere in der Luft schwebende Unreinigkeiten verhindert. Würde zur Abhaltung des Lichtes ein einfaches Dach genügen, so ist zur Verhütung eines Einflusses der Wärme eine massive Ueberdeckung mit Erdschüttung nothwendig.

Diese Ueberdeckung wird entweder auf steinernen Pfeilern mit Gurtbogen und zwischengespannten Gewölben hergestellt, oder es

wird aus eisernen Trägern, welche auf eisernen Säulen aufliegen, ein Netzwerk gebildet, dessen Felder mit Gewölben geschlossen werden. Die Materialpreise werden entscheiden, welche dieser beiden Konstruktionen die billigere ist. Die Seitenwände bestehen entweder aus senkrechten, außen durch einen Erddamm geschützten und verstärkten Mauern oder aus Erdböschungen, welche durch eine Ueberdeckung mit Mauerwerk wasserdicht gemacht sind. Auch hier werden die lokalen Verhältnisse, das zu Gebot stehende Material und dessen Kosten entscheiden, welche Anordnung vortheilhafter sei.

Die Kosten der Reservoire werden nach diesen verschiedenen Umständen ziemlich verschieden ausfallen. Beispielsweise hat das neue Reservoir in Menilmontant in Paris pro Kubikfuß Wassergehalt 0.74 Fr., das Reservoir der Wasserversorgung von Brüssel 0.36 Fr., dasjenige auf dem Bruderholz in Basel 0.59 Fr. gekostet und man darf hiernach 0.70 Fr. pro Kubikfuß Wassergehalt als Baukosten eines Reservoirs auch bei ziemlich schwierigen Verhältnissen annehmen.

Verdopplung der Hauptröhren.

Die Dienstreservoire sollen, wie gezeigt wurde, neben der Ausgleichung des schwankenden Verbrauchs den Störungen im Betrieb vorbeugen und in Verbindung mit einer passenden Disposition des Leitungsnetzes Unterbrüche in der Wasserlieferung auch bei Röhrenbrüchen möglichst verhüten. Zu diesem Zwecke kann es sich bei großen Hauptleitungen zu und aus den Reservoiren oft fragen, ob nicht statt einer Röhre zwei zu legen seien, um Unfällen noch besser vorzubeugen. Wie oben gezeigt wurde, müssen durch eine solche Theilung die Kosten sehr bedeutend gesteigert werden, da für dieselbe Wassermenge nur eine unbedeutende Verminderung des Durchmessers der einzelnen Röhren statthaft ist und beispielsweise statt einer 3' weiten Röhre zwei von 2.27' gelegt werden müssen, somit die Kosten nahezu um 50 % steigen. Da zudem bei gehöriger Sorgfalt in der Ausführung Unfälle nur sehr selten sind, wird man sich nicht durch allzu große Aengstlichkeit zu übertriebenen Ausgaben verleiten lassen und sich meistens mit einer Röhre begnügen. Ausnahmen hievon sind allerdings bei den Zuleitungen sehr großer Versorgungen häufig, wo meistens eine kleinere Röhre dem anfänglichen Bedürfniß genügen kann und erst später durch eine zweite ergänzt werden muß, und überdieß der an sich schon sehr große Durchmesser der Röhren auf

eine Theilung hinweist. Eine solche findet sich wirklich in den Röhrenstrecken der Wasserleitung von Glasgow, in den Syphons der Pariser Wasserleitungen und bei dem Projekte Batemans für die neue Wasserversorgung Londons.

Eintheilung einer Versorgung in verschiedene Etagen.

Das Wasser in einem Leitungsnetz steht unter einem durch die Höhe der höchsten Ausflußöffnungen bedingten Drucke. Auch an den tiefsten Punkten erfolgt der Ausfluß unter diesem Drucke, dessen Gewalt durch die Reibung in den Leitungsröhren und Hähnen aufgezehrt wird. Wenn das Wasser nicht durch sein natürliches Gefäll von einem höher gelegenen Punkte zufließt, sondern durch Pumpen in die Höhe gehoben werden muß, wächs die Arbeit dieser letztern mit der Höhe oder mit dem Drucke der Leitung. Wie auch die Verbindung der Pumpen mit dem Leitungsnetz sein mag, wird ihre Arbeit immer der vollen Druckhöhe entsprechen und so groß sein, wie wenn alles Wasser auf die ganze Höhe gehoben werden müßte, sei es nun, daß es wirklich zuerst auf diese Höhe gehoben wird und dann zur Vertheilung gelangt, oder daß es an einem tiefern Punkte mit dem ganzen Druck in die Leitung gepreßt wird. Eines einzigen hochliegenden Auslaufes wegen muß die ganze dieser Höhe entsprechende Arbeit aufgewendet werden, um sich nachher als Reibung in Röhren und Hahnen bei der großen Zahl tiefliegender Ausläufe nutzlos zu verlieren.

Durch Abtheilung in zwei oder mehrere Leitungssysteme, von denen eines die hochliegenden, das andere die tiefer liegenden Ausläufe umfaßt, und welchen natürlich auch Reservoire in verschiedener Höhe entsprechen, wird erreicht, daß nur das für die hochliegenden Ausläufe des erstern Systemes wirklich nothwendige Wasser auf die ganze Höhe gehoben werden muß, das andere dagegen nur auf eine entsprechende geringere Höhe, daß also jene angeführte Arbeitsverschwendung bedeutend vermindert wird.

Die Leitungsnetze für diese verschiedenen Reviere oder Zonen müssen der Verschiedenheit des Druckes wegen ganz getrennt gehalten werden und bilden jedes für sich eine eigene Versorgung. Bei regelmäßigen Terrainverhältnissen hat diese Ausscheidung geringe Schwierigkeiten, wird dagegen sehr lästig, wenn Punkte der verschiedenen Etagen oder Leitungsnetze unregelmäßig abwechseln, so

daß in den gleichen Straßen Röhren beider Netze anzubringen wären. Unter solchen Umständen wird es oft vortheilhafter sein, die Ersparniß in der Höhe dem Vortheil der Vereinfachung der Leitungen aufzuopfern.

Schon oben wurde gezeigt, wie es sich unter Umständen rechtfertigt, bei einer Etageneintheilung für gewöhnlich nur einen niedrigeren Druck anzunehmen, denselben dagegen bei außerordentlichen Vorfällen durch Verbindung der Leitungen mit der höhern Etage zu steigern. Ebenso ist angegeben worden, wie für Paris eine Eintheilung der Trinkwasserversorgung in drei Etagen je mit verschiedenem Wasserbezug projektirt war, wie aber solche im Verlauf der Ausführung aufgegeben wird.

Auch hier wie bei den Röhrenweiten kann nur eine gehörige Berücksichtigung der Lokalverhältnisse zu einer gelungenen Lösung führen. Bei manchen Städten, wo das Wasser durch sein natürliches Gefäll in genügender Höhe dem Anfangspunkt des Vertheilungsnetzes zufließt, wo aber sehr bedeutende Höhenunterschiede vorkommen, wird eine Eintheilung in verschiedene Etagen dadurch geboten, daß der Druck auf die Ablaßröhren in den tiefern Quartieren bei ungetheilter Versorgung zu groß wäre und damit Störungen im Dienst zu häufig würden. In solchen Fällen wird am Anfang des Netzes jeder Etage ein kleiner Sammler angebracht, in welchen das Wasser aus der obern Leitung durch geschlossene Röhren gelangt, und aus welchem es mit dem der Höhe des Sammlers oder Vertheilungskastens entsprechenden Drucke frei abfließt. Dieser Fall findet sich in größerm Maaßstabe bei der Versorgung von St. Etienne.

Pumpen des Wassers.

Schon mehrfach ist von dem Pumpen des Wassers behufs Erlangung der für die Vertheilung nöthigen Höhe die Rede gewesen. Das Beispiel von Brüssel, sowie die Leitung der Vanne in Paris zeigen, wie dieß sowohl bei Quellwasser- als bei Flußwasserversorgungen nöthig werden kann. Die Pumpen werden theils durch Wasserkräfte, theils durch Dampfmaschinen bewegt. Wo die der geringeren Kosten wegen vortheilhafteren Wasserkräfte nicht für die ganze Zeit ausreichen, ist eine Ergänzung durch Dampfmaschinen leicht möglich. Selbst an solchen Orten, wo die vorhandenen Wasserkräfte schon durch industrielle Etablissements ausgenutzt werden, ist es, sofern ein Pumpen nicht auszuweichen, der Natur der zu

leistenden Arbeit angemessener, diesen Etablissements durch Dampfkraft Ersatz zu leisten und die Wasserkräfte für die Wasserversorgung zu benutzen, als letztere mit Dampfmaschinen zu betreiben. Alle industriellen Etablissements sind mit ihrer Arbeit auf einen Theil des Tages beschränkt und setzen wenigstens während eines Theiles der Nacht aus; dadurch geht überall da, wo nicht große Reservoire vorhanden sind, ein bedeutender Theil der Wasserkraft verloren. Die Pumpen einer Wasserversorgung dagegen setzen mit Rücksicht auf die ohnehin nothwendigen Dienstreservoire ihre Arbeit ununterbrochen, mit gleichem Vortheil Tag und Nacht fort und nutzen so die Wasserkraft wenigstens um die Hälfte besser aus als jede andere Anlage, ähnlich wie die englischen Kompensationsreservoire eine vollständige Benutzung des Wassers ermöglichen.

Die Sorgfalt, mit der bei den verschiedenen Bezugsquellen des Wassers für die Stadt Paris die vorhandenen Wasserkräfte ausgenutzt und die Verwendung von Dampfmaschinen möglichst beschränkt wird, ist daher sehr wohl begründet, und muß andern Orten zur Nachahmung dienen.

Es ist hier nicht der Ort näher auf die Konstruktion der Pumpen und der Motoren derselben einzutreten, da dieselben ausschließlich in das Gebiet der Mechanik gehören, sondern es mögen einige allgemeine Bemerkungen über die Hauptbestandtheile der Pumpen genügen.

Wenn irgendwo, so ist bei den Tag und Nacht ununterbrochen arbeitenden Pumpen der Wasserversorgungen Einfachheit und Solidität der Bestandtheile, möglichste Zugänglichkeit für den Unterhalt und zur Vornahme allfälliger Reparaturen Bedürfniß. Aus diesem Grunde giebt man fast überall den Pumpen mit einfach wirkenden Plundgerkolben den Vorzug vor den Cylindern mit innerem, doppelt wirkendem Kolben. Bei jenen tritt der geschlossene Kolben abwechselnd in den Cylinder ein und aus, bei seinem Eintritt ein seinem Volumen entsprechendes Wasserquantum aus demselben verdrängend, das sich beim Austritt durch Ansaugen aus der Zuleitung wieder ersetzt. Der Kolben kommt hierbei mit den Cylinderwänden in keinerlei Berührung, sondern es kann zwischen ihnen ein beliebiger Spielraum bestehen, es findet sich auch im Innern des Cylinders keine Dichtung, sondern einzig am obern Ende rings um den ins Freie heraustretenden Kolben. Jede Undichtheit wird hier sofort bemerkt und leicht beseitigt, ein Ausreiben der Cylinder-

wände ist unmöglich, ein Schmieren des Kolbens sehr leicht. Ein Uebelstand liegt darin, daß die Wirkung nur eine einfache, beim Eintritt eine drückende, beim Austritt eine saugende ist, wodurch die Bewegung des Wassers in der Leitung eine periodische wird, mit plötzlichen Wechseln, die zu Schwankungen in der Geschwindigkeit, Stößen und daherigen Kraftverlusten Anlaß geben. Doch kann durch zweckmäßige Konstruktion der Ventile und namentlich durch Anbringung von Windkesseln diesen Uebelständen abgeholfen werden.

In den fast ausschließlich durch Dampfmaschinen nach Cornwall'schem System bewegten Pumpen der verschiedenen Wasserwerke Londons und der meisten übrigen Wasserversorgungen haben die vertikalen Pumpencylinder oft sehr große Dimensionen. Die Kolben sind mit bedeutenden Gewichten belastet, werden durch einen mittelst Balancier mit ihnen verbundenen Dampfcylinder gehoben, während sie durch ihr Gewicht niedersinken.

In den von Girard erstellten, durch Turbinen bewegten Pumpen in St. Maur ist durch Zusammenkupplung zweier, gegen einander gekehrter Pumpencylinder, in denen sich ein gemeinschaftlicher Plundgerkolben bewegt, die gleiche Wirkung wie bei einem doppelt wirkenden Pumpencylinder erreicht, ohne die Vortheile der Plundgerkolben aufzugeben. Wenn hier liegende Pumpen verwendet sind, gegen welche sonst die Befürchtung einer einseitigen Abnutzung der Cylinder und Kolben spricht, beseitigt die Anwendung von Plundgerkolben jeden Nachtheil in dieser Hinsicht. In Verbindung mit einer besondern Anordnung der Ventile bewegen sich diese Pumpen sehr schnell und ermöglichen dadurch verhältnißmäßig kleine Dimensionen, sowie auch die Schwankungen in der Bewegung des Wassers geringer werden.

Die am obern Mühlesteg in hier neu erstellten, durch ein Wasserrad getriebenen Pumpen sind nach dem gleichen System konstruirt und machen einen für solches sehr günstigen Eindruck.

Eine gleichförmige Bewegung des Wassers wird durch die Pumpen nach Stolz'schem System erzweckt, wie solche von Farcot in Paris für die Wasserversorgung von Lissabon ausgeführt wurden. Die durchbrochenen, mit Ventilen versehenen Kolben zweier zusammenhängender Cylinder bewegen sich in entgegengesetzter Richtung. Die Saugleitung mündet in den Boden des ersten Cylinders, während die Druckleitung von der Decke des andern

ausgeht, dessen Boden mit dem Obertheil des erstern verbunden ist. So wird das Wasser je durch den aufwärts gehenden Kolben beständig in gleicher Richtung gehoben, fließt aus der Saugröhre in den ersten Cylinder, aus diesem in den zweiten und von da in die Druckleitung, wobei es sich frei durch den abwärts gehenden Kolben hindurch bewegt. Eine Richtungsveränderung in der Bewegung des Wassers tritt hier gar nie ein, und es werden in Folge des Beharrungsvermögens auch die Geschwindigkeitsänderungen nicht sehr bedeutend sein. Neben diesen wesentlichen Vorzügen bilden dagegen die im Innern der Cylinder befindlichen Ventile der Kolben einen Nachtheil gegenüber den Plundgerkolben, der bei den Pumpen für Zürich wesentlich den Ausschlag zu Gunsten des Systems Girard, bei dem die Ventile ganz seitwärts liegen und äußerst leicht zugänglich sind, gegeben hat.

In jedem einzelnen Falle wird man sich durch Eingaben von mechanischen Etablissements eine Reihe Projekte verschaffen können, unter denen das den Lokalverhältnissen am besten entsprechende auszuwählen ist.

Ventile.

Die Ventile bilden neben den Cylindern, Kolben und deren Dichtung den wichtigsten Theil der Pumpen. Auf ihnen lastet meistens ein sehr großer Druck, bei 250 Fuß Druckhöhe schon 135 Pfd. pro Quadratzoll, in Folge dessen die Ventile beim Bewegungswechsel des Pumpenkolbens, sofern sie durch den Wasserdruck bewegt werden, sehr heftig zuschlagen, dabei Erschütterungen bewirken und sich schnell abnutzen. Aus diesem Grunde taugen die gewöhnlichen Klappenventile oder einfachen Kegelventile für größere Pumpen nicht mehr, sondern werden durch die Doppelsitz- oder Glockenventile ersetzt, bei denen der bewegliche Theil die Wand eines Cylinders und nur einen sehr schmalen Streifen des obern Deckels bildet, während der größte Theil des letztern zum Ventilsitz gehört, somit fest ist. So läßt sich der auf Oeffnen und Schließen wirkende Druck beliebig vermindern und eine sanfte Bewegung erzwecken.

In England werden in neuerer Zeit für die Ventile auch Guttaperchakugeln angewendet, welche auf schaalenförmig ausgehöhlten Ventilsitzen ruhen; deren Auswechslung ist natürlich äußerst leicht und durch Vermehrung der Zahl dieser Kugeln läßt sich die Ventilöffnung beliebig vergrößern.

Bei den sehr schnell gehenden Pumpen von Girard werden die Ventile durch abwärts gekehrte Schaalen gebildet, in deren untere Höhlung der vorspringende Rand des Zuflußrohres als einfacher Ventilsitz von beträchtlich kleinerem Durchmesser hineingreift. Das Schließen geschieht statt durch den Wasserdruck durch eine Feder, unmittelbar zu Ende des Kolbenlaufes, ehe das Wasser in eine entgegengesetzte Bewegung gekommen ist und einen Schlag ausüben konnte. Bei richtiger Spannung der Federn ist die Bewegung der Ventile trotz des schnellen Ganges der Pumpen sehr sanft; ebenso sind diese Ventile sehr leicht zugänglich.

Windkessel und Standröhren.

Durch die hin und hergehende Bewegung der Pumpenkolben ist die Wasserlieferung der Pumpen keine gleichmäßige, sondern eine sehr wechselnde. Wird das Wasser unmittelbar in eine lange Leitung gepreßt, so bestünde die Bewegung in solcher aus einer Reihe auf einander folgender Stöße in der ganzen Wassermasse, durch die ungemein viel Kraft verloren gehen würde. Daher muß, wenn die Bewegung eine regelmäßige sein soll, das in einzelnen Augenblicken übermäßig zuströmende Wasser seitwärts einen Ausweg finden, um erst später gleichmäßig in die Leitung zu gelangen.

In früheren Zeiten wurde dieß durch Aufstellung eines Wasserthurmes, chateau d'eau, neben den Pumpen bewirkt. Alles Wasser wurde in einen kleinen Vertheilungskasten auf der Höhe desselben gehoben und floß aus ihm durch verschiedene Vertheilungsröhren, bei überflüssigem Wasser durch einen Ueberlauf ab. Die Schwankungen des Wasserspiegels in dem Kasten waren nur gering, daher der Druck auf dem Vertheilungsnetz nahezu unveränderlich. Von Einfluß auf den Gang der Pumpen blieben bloß noch die Schwankungen in der Steigröhre bis zum Vertheilungskasten, doch war die Masse des hier enthaltenen Wassers zu klein, um sehr nachtheilig zu wirken.

Bald zeigte sich, daß es unnöthig sei, das Wasser den Weg auf die Höhe des Wasserthurmes und von da wieder abwärts machen zu lassen und daß die Wirkung ganz die gleiche sei, wenn eine Standröhre einfach auf der durchgehenden Leitung aufgesetzt werde, allfällig mit einem Ueberlauf für das überflüssige Wasser. Da das Wasser in ihr auf einer dem Drucke entsprechenden Höhe ziemlich ruhig steht, dient sie vollständig als Regulirung des Druckes

in der Leitung, indem sie dem Wasser, das bei gleichförmiger Geschwindigkeit in letzterer nicht augenblicklich abzufließen vermag, Platz zum Ausweichen gibt. In dem Augenblick, wo die Pumpen weniger Wasser liefern als abfließt, wird solches von der Standröhre wieder abgegeben. Ist die Röhre in ihrer ganzen Länge oder auch bloß am obern Ende ziemlich weit, so wird die Schwankung im Wasserspiegel der Röhre nur unmerklich sein, daher auch der Druck unverändert bleiben. Es leuchtet ein, daß diese Vorrichtung viel einfacher ist als die ältern Wasserthürme, sie hat aber immer noch den Nachtheil, daß die ganze Masse des Wassers in der Standsäule durch die Pumpenstöße in Schwankungen versetzt wird, und einen Kraftverlust verursacht. Zudem tritt der Uebelstand hinzu, daß das wenig bewegte Wasser in der Standröhre im Winter einem Einfrieren leicht unterworfen ist, was schon schwere Uebelstände zur Folge gehabt hat. Eine schützende Umhüllung gegen den Frost ist daher bei solchen Standröhren in kaltem Klima unerläßlich.

Der Dienst der Standröhren, soweit er die Ausgleichung der von den Pumpen herrührenden Stöße und Unregelmäßigkeiten betrifft, kann nun gleich gut, oder noch besser durch die Windkessel versehen werden. Statt der mit Wasser gefüllten, oben offenen Standröhre wird hier eine ähnliche, aber oben geschlossene, zum größten Theile mit Luft gefüllte niedrige Röhre (ein Windkessel) auf die Leitung aufgesetzt. Statt des Gewichtes des Wassers in der Röhre wirkt hier die Expansionskraft der in dem obern Raum zusammengepreßten Luft, im Uebrigen ist die Wirkung ganz die gleiche, und es dient der Windkessel ebenfalls zum Ausweichen und spätern Wiederabgeben des Wassers, das zeitweise bei gleichförmiger Geschwindigkeit in der Leitung nicht durch diese abfließen kann. Im Stande des Wassers im Windkessel werden entsprechend dem Wasserspiegel der Standröhren kleine Schwankungen stattfinden, welche von dem Verhältniß der Oberfläche des Wassers im Windkessel zu der Unregelmäßigkeit in der Wasserlieferung der Pumpen abhängen. Bei den Standröhren besteht die noch auf das Leitungsnetz wirkende Unregelmäßigkeit in den durch das Schwanken des Wasserspiegels oben in der Röhre veranlaßten Aenderungen des Wasserdrucks, bei den Windkesseln hauptsächlich in den Aenderungen der Expansionskraft der oben eingeschlossenen Luft, hervorgerufen durch die Schwankungen des Wasserspiegels im Kessel und

die daherigen Volumenänderungen der Luft. Eine regelmäßige Bewegung des Wassers im Leitungsnetz erfordert daher eine im Verhältniß zu den Schwankungen des Wasserspiegels genügende Größe des lufterfüllten Raumes. Je nach der mehr oder weniger gleichmäßigen Wasserlieferung der Pumpen in den verschiedenen Augenblicken muß der Windkessel größer oder kleiner gemacht werden.

Die Windkessel bieten gegenüber den Standröhren den großen Vortheil, daß sie unmittelbar neben den Pumpen angebracht werden können, wodurch das Gewicht des Schwankungen ausgesetzten und unnütz Kraft absorbirenden Wassers auf ein Minimum reduzirt wird. Ihre Anlagekosten sind viel kleiner als die der Standröhren und es ist ein Einfrieren nicht zu befürchten, da sie sich in dem geschlossenen Maschinenraum befinden. Sie treten daher mit Recht fast überall an die Stelle der Wasserthürme und der Standröhren.

Die Luft in den Windkesseln wird mit der Zeit theils durch das Wasser absorbirt, theils entweicht sie durch die Fugen des Eisenwerkes. Es ist daher nothwendig für eine Erneuerung zu sorgen, wenn der lufterfüllte Raum und damit die Gleichmäßigkeit des Druckes nicht abnehmen soll. Dieselbe kann entweder durch ein Spiel von Hahnen mittelst eines tiefer liegenden Reservoirs, oder durch eine selbständig arbeitende Luftpumpe, oder endlich dadurch geschehen, daß man die Pumpen selbst etwas Luft ansaugen läßt. Letzteres geschieht bei den Girardpumpen. Bei größern Pumpwerken möchte zur möglichsten Sparung von Kraft eine selbständige Luftpumpe am vortheilhaftesten sein.

Der Absorption der Luft durch das Wasser wird zuweilen dadurch abzuhelfen gesucht, daß man auf dem Wasser im Windkessel eine schwimmende Decke von Eisenblech anbringt, welche Wasser und Luft trennt.

Außer diesen Vorrichtungen für einen gleichmäßigen Gang der Pumpen ist noch eine Vorkehrung nothwendig, damit bei einem plötzlich eintretenden Hinderniß gegen den Wasserabfluß, zum Beispiel bei einer falschen Stellung der Hähne, kein Zerspringen der Pumpen eintreten kann; es genügt hierzu ein gewöhnliches, für den zulässigen Druck belastetes Sicherheitsventil. Umgekehrt kann bei einem Röhrenbruch ein zu schneller Ablauf des Wassers eintreten, damit eine plötzliche Abnahme im Druck und eine Beschleunigung im Gang der Pumpen, die, namentlich wenn solche durch Dampfmaschinen bewegt werden, gefährlich sein könnte. Zuweilen werden hierfür Ventile an-

gebracht, welche sich durch die Bewegung des Wassers in den Röhren schließen, sobald solche eine gewisse Geschwindkeit überschreitet. Das Spiel dieser Vorrichtungen ist jedoch immer etwas unsicher, daher sie meistens wegbleiben.

Die Vertheilungsreservoire sind nach dem Früheren bestimmt, größere Schwankungen im Wasserverbrauch auszugleichen. Mit ihrem wenig veränderlichen Wasserspiegel werden sie aber noch besser im Stande sein, kleinere Unregelmäßigkeiten von den Pumpen her auszugleichen, somit den Dienst von Standröhren vollkommen zu versehen, sobald das Wasser von den Pumpen zuerst in sie gefördert wird und erst aus ihnen zur Vertheilung kömmt, so daß in dieser Hinsicht die Lage des Reservoirs zwischen Pumpen und Leitungsnetz vorzuziehen wäre. Aber abgesehen davon, daß diese Anordnung der Terrainverhältnisse wegen nicht überall möglich ist, werden durch sie, wie früher gezeigt, größere Röhrendurchmesser und damit größere Auslagen für das Leitungsnetz erfordert als bei der Anlage eines Reservoirs am entgegengesetzten Ende der Hauptleitung. In letzterem Falle können Unregelmäßigkeiten im Gange der Maschinen dadurch entstehen, daß bei einem plötzlichen starken Wasserentzug in der zwischenliegenden Leitung der Druck im Windkessel und in den Pumpen bedeutend abnimmt, somit die Maschine ihren Gang beschleunigt. Dieß wird jedoch in wenigen Fällen von wirklichem Schaden sein.

Ein Windkessel wird selbst bei einem neben den Pumpen gelegenen Vertheilungsreservoir nicht erspart, da schon durch die Schwankungen in der Steigleitung zwischen Pumpen und Reservoir ein bedeutender Kraftverlust entstehen würde.

Der Verwendung von Standröhren und Wasserthürmen bei den Versorgungen, wo es nicht möglich ist, ein Reservoir in der nothwendigen Höhe anzulegen, geschah schon früher Erwähnung. In diesem Falle können sie selbstverständlich durch Windkessel nicht ersetzt werden, da irgendwo eine Ausflußöffnung für das zu viel in die Leitung gepumpte Wasser erstellt werden muß, und eine solche bei letzteren nicht besteht.

Die betrachteten Wasserversorgungen mit Pumpwerken weisen in Hinsicht der Wasserthürme, Standsäulen und der Anlage der Dienstreservoire die verschiedensten Verhältnisse auf.

Bei den Wasserwerken in London befinden sich neben den Pumpen überall Windkessel und außerdem meistens noch Stand-

röhren. Die klimatischen Verhältnisse gestatten dieß hier am ehesten. Das Wasser wird entweder durch längere Leitungen mit nur unbedeutenden Seitenabgaben in hochliegende Dienstreservoire gepumpt, von wo die Vertheilung stattfindet, oder es mangeln bei andern Anlagen, so bei den East-London Wasserwerken, hochliegende Reservoire ganz.

In Lyon wird das Wasser in erster Linie von Pumpen mit Windkesseln, aber ohne Standröhren, in Reservoire gepumpt, aus denen es sich weiter vertheilt. Für die höchst gelegenen Quartiere konnte das Reservoir nicht auf die volle Höhe angelegt werden, sondern es befindet sich in der Nähe des Forts Montessuy neben einem eisernen Gerüst, in welches das Wasser hinaufgepumpt wird. Nach der Art der alten Wasserthürme fließt letzteres durch eine Steigröhre in einen oben angebrachten Kasten, aus welchem es sich in die seitwärts liegenden Leitungsröhren vertheilt.

In Genf geht das Wasser von den mit Windkesseln versehenen Pumpen direkt in die Stadt. Es bestehen hier keine eigentlichen Dienstreservoire, sondern nur auf dem Stadthaus ein kleiner Vertheilungskasten, der zugleich zur Regulirung des Druckes und als Ueberlauf dient.

Widerstöße.

Bei einer starken Wasserentnahme aus einer Leitung, an einem Ort oder an mehreren gleichzeitig, nimmt das Wasser in der Leitung eine beträchtliche Geschwindigkeit an. Werden nun die Ablaßöffnungen plötzlich geschlossen, so findet das vorwärts drängende Wasser keinen Ausweg mehr und übt durch seine lebendige Kraft einen starken Druck gegen die Leitung aus, der solche zu zersprengen bestrebt ist. Bei Anlage eines Vertheilungsnetzes muß daher ein Hauptaugenmerk sein, alle solchen Widerstöße zu vermeiden und zu verhüten, daß irgendwo das in Bewegung befindliche Wasser plötzlich abgeschlossen werde. Im Allgemeinen sind daher alle Hähne, welche sich plötzlich öffnen und schließen, verwerflich.

Die Widerstöße sind besonders schädlich und gefährlich beim Füllen der Leitungen, indem die in letztern enthaltene Luft an den Orten, wo sie nicht entweichen kann, durch das in Bewegung gerathene Waſser oft mit sehr großer Gewalt zusammengepreßt wird und eine Explosion der Röhren verursacht. Aus diesem Grunde sind bei einem Vertheilungsnetz noch mehr als bei den Zuleitungen

Entluftungsvorrichtungen auf allen höchsten Punkten der Leitungen unbedingt nothwendig und es erfordert das Füllen der Leitungen die größte Sorgfalt. Durch ein allmäliges Schließen der anfänglich, behufs Entweichens der Luft, geöffneten Ausläufe müssen die Stöße möglichst vermieden werden.

Absperrhähne, Ablaßhähne.

Ein Leitungsnetz, dessen einzelne Zweige nach dem früheren in mehrfacher Verbindung mit einander stehen, darf nicht wegen einer an irgend einer Stelle vorkommenden Reparatur ganz unbrauchbar werden, sondern es sollen sich die einzelnen Strecken nach beiden Seiten hin abschließen und sodann entleeren lassen. Die jenseits des Ausgangspunktes liegende, derart abgeschnittene Strecke wird alsdann ihr Wasser auf einem Umwege von den nebenliegenden Leitungen durch die Verbindungsleitungen erhalten, so daß der Dienst auch hier nicht unterbrochen wird. Zu diesem Behufe sind in einem Leitungsnetz eine große Zahl Absperrhähne nothwendig, welche sich unter sehr starkem Druck leicht aber nur langsam bewegen lassen und nach beiden Seiten gleichmäßig abschließen müssen.

Gewöhnliche Zapfen- oder konische Hähne sind unter solchen Verhältnissen schon der großen Dimensionen wegen nicht anwendbar, sie werden in kurzer Zeit undicht, lassen sich unter großem Druck schwer drehen und verursachen viel zu schnell eine Oeffnung und Schließung der Leitung. Sie kommen daher selbst in den kleinern Dimensionen bei neuern Wasserversorgungen ganz in Abgang.

Für größere Leitungen verschaffen sich die Schieberhähne immer allgemeinere Geltung. Durch eine Schraube wird in einer kastenförmigen Erweiterung der Leitung ein keilförmiger Schieber auf- und abbewegt. Bei geschlossenem, niedergeschraubtem Schieber, lehnt sich ein metallener Ring auf jeder Seite desselben gegen einen entsprechenden Ring an der Führung, und bewirkt so einen nach beiden Seiten gleich vollkommenen Schluß. Der geöffnete Schieber ist oberhalb der Röhre und gestattet dem Wasser vollkommen freien Durchfluß, so daß letzteres durch den Hahn keinen Widerstand erfährt. Die Bewegung durch eine Schraube macht jedes schnelle Schließen unmöglich, sichert daher vollkommen vor Widerstößen.

Früher wurden die Kasten dieser Schieber aus zwei getrennten zusammengeschraubten Stücken verfertigt, wo dann der keilförmige

Schieber auf ein Zerreißen der verbindenden Bolzen hinwirkte. Jetzt werden sie in England und Deutschland in sehr leichter und gefälliger Weise aus einem Stück gefertigt und es unterscheiden sich die Hähne aus verschiedenen Werkstätten fast nur noch durch die Art der Befestigung der Ringe an den Schlußflächen.

Eine andere Art Absperrhähne besteht in zwei an den entgegengesetzten Seiten eines Ventilkastens angebrachten Klappen, welche durch einen Winkelhebel gegen zwei Ventilsitze gedrückt werden. Das Herabdrücken des Winkelhebels und damit das Andrücken der Ventile geschieht ebenfalls durch eine Schraube. Jede der beiden Klappen schließt nach einer Seite hin dicht ab, so daß der Verschluß ebenfalls nach beiden Richtungen gleich vollkommen ist. Bei großem einseitigem Druck sollen diese Hähne schwer zu schließen sein. Sie sind in Lyon in Anwendung und wurden von Bonnin in Paris erfunden.

Die Absperrhähne der Wasserversorgung von Marseille bestehen in einem liegenden Ventil, das durch eine Schraube gegen die Abflußöffnung gedrückt wird. Hierbei muß das Wasser in dem Ventilkasten an einer senkrechten Wand in die Höhe steigen, um von oben in die horizontale Abflußöffnung zu treten. Diese Windungen bilden jedenfalls bei geöffnetem Hahn ein wesentliches Hinderniß für die Bewegung des Wassers, und es dürften diese Hähne auch nur gegen eine Seite gut und leicht schließen, wenn nämlich das Wasser selbst auf das Ventil drückt, während gegen die von unten kommende Strömung die Schraube allein den Schluß bewirken muß, was bei großen Dimensionen nur schwer und unvollkommen geschieht. Bei der Anforderung an die Leitungen, daß dieselben ihren Dienst nach beiden Seiten gleich günstig sollen versehen können, ist dieß, sowie das mühsame Oeffnen ein wesentlicher Nachtheil dieser Hähne.

Die Hähne werden theils in gemauerten Schächten, theils einfach im Erdboden angebracht, wo dann die Schraube mittelst eines Aufsatzes in einer umhüllenden Röhre bis unmittelbar unter die Straßenfläche verlängert wird. Sofern die Hähne von solider Konstruktion sind, werden dadurch ohne Nachtheil die Kosten für die gemauerten Schächte erspart, da das Aufgraben bei Reparaturen, die sich in langen Zwischenräumen wiederholen mögen, keine bedeutenden Ausgaben verursacht.

Die Ablaßhähne dienen theils zum Ablassen des Wassers aus

einem durch die Absperrhähne isolirten Leitungsstück behufs Vornahme von Reparaturen, theils zum Ausspühlen tief liegender Röhrenstrecken, im Falle sich in solchen Schlamm ablagern sollte. Für den ersten Zweck kann jeder gewöhnliche Hahn dienen, für den letztern ist es nothwendig, daß eine genügende Oeffnung geboten wird. Es eignet sich dazu vorzüglich eine den Marseiller Absperrhähnen entsprechende Einrichtung, bei der in dem flachen Boden des Hahnenkastens eine Oeffnung angebracht ist, die durch ein Ventil geschlossen wird. Letzteres wird von oben durch eine Schraube bewegt, so daß auch hier ein allzuschnelles Oeffnen und Schließen nicht möglich ist.

6. Abgabe des Wassers.

Verschiedene Systeme derselben.

Hinsichtlich der Abgabe des Wassers sind in den verschiedenen Städten wesentlich verschiedene Grundsätze zur Geltung gekommen.

An den einen Orten wird das Wasser auf den Straßen unentgeldlich und in beliebigen Quantitäten abgegeben, es bestehen laufende Brunnen, zu denen die Leute aus den umliegenden Häusern mit ihren Geschirren kommen, um Wasser zu holen, sei es, daß diese Brunnen beständig fließen, oder daß sie von jedermann mittelst eines Hahnes geöffnet werden können.

An andern Orten mangeln diese Brunnen auf den Straßen und Plätzen gänzlich, oder wenn sie vorhanden sind, können sie nur durch die Angestellten der Wasserversorgung und des Straßenwesens geöffnet werden. Die Privaten müssen das Wasser in ihren Grundstücken beziehen, wohin es ihnen gegen einen gewissen Preis durch die Leitung geliefert wird. Da kein Wasser auf den Straßen zu haben ist, sind die Hauseigenthümer genöthigt, sich mit der Leitung in Verbindung zu setzen und ihren Miethern Wasser zu verschaffen, für dessen Auslagen sie sich am Miethzinse erholen. Es bestehen wohl auch gesetzliche Bestimmungen, welche zur Abnahme des Wassers zwingen.

Man kann so das System der unentgeldlichen Abgabe auf den Straßen von demjenigen der Hausabgabe grundsätzlich trennen, wobei dann allerdings verschiedene Uebergänge vorkommen, da die unentgeldliche Abgabe auf den Straßen die Abgabe in die Grundstücke gegen Entschädigung keineswegs ausschließt. Dabei können wiederum beide Arten der Abgabe von der gleichen Leitung aus

und durch eine Unternehmung geschehen, oder aber von zwei ganz getrennten Versorgungen.

Unter den betrachteten Städten wird in Dijon das Quellwasser in zahlreichen, mit Hahnen versehenen Brunnen unentgeldlich abgegeben und es beträgt die größte Distanz, welche man in der innern Stadt bis zum nächsten Brunnen zu durchgehen hat, durchschnittlich nicht mehr als 170 Fuß. Die Gemeindeverwaltung, welche die Wasserversorgung einrichtete, setzte sich eine möglichste Erleichterung des unentgeldlichen Wasserbezuges zum bewußten Ziele, und es ist daher die Abgabe in die Grundstücke nicht beträchtlich.

In Marseille fließen die zahlreichen Straßenbrunnen unausgesetzt, was theils wegen der in vielen Quartieren herrschenden Unreinlichkeit, theils zum Reinigen der Leitungen von den Niederschlägen aus dem trüben Durance-Wasser nothwendig ist. Daneben wird das Wasser gegen eine mäßige Entschädigung in die Grundstücke abgegeben. Auch hier liegt die Verwaltung der Wasserversorgung ganz in den Händen der Behörden.

In Genf, wo ebenfalls die Stadt im Besitz der Wasserversorgung ist, fließt das Wasser aus zahlreichen öffentlichen Brunnen, wird aber gleichzeitig, namentlich in neuerer Zeit immer häufiger, in die Privathäuser geleitet.

Die Wasserversorgung von Basel liefert das einzige Beispiel, wo die unentgeldliche Wasserabgabe an zahlreichen Straßenbrunnen und die Abgabe gegen Entschädigung in den Grundstücken zwei getrennte Unternehmungen bilden, indem erstere in den Händen der Stadtverwaltung, letztere in denen einer Privatgesellschaft liegt.

Die übrigen Städte bekennen sich fast ausschließlich zu dem System der ausschließlichen oder vorzugsweisen Abgabe in den Häusern.

Am grundsätzlichsten wird dieses System der ausschließlichen Hausabgabe in den englischen Städten befolgt. In London ist, wie gezeigt wurde, die Wasserversorgung ganz Sache von Privatgesellschaften, und selbst das zum Straßenunterhalt und zum Spühlen der Kanäle nöthige Wasser wird durch die Gemeindsbehörden von diesen Gesellschaften gekauft. Laufende Brunnen oder Brunnen mit Hahnen zu Jedermann's Verfügung mangeln so zu sagen ganz. Allerdings befinden sich an einigen wenigen Stellen durch wohlthätige Beiträge gestiftete Trinkbrunnen, aus denen das Wasser in

Fadendicke ausfließt, in Folge seiner Spärlichkeit keineswegs zum Trinken einladend. Desto schöner sind die Bibelsprüche, welche sich an diesen Brunnen angeschrieben finden und Vielen gefallen mögen, jedoch auf den durstigen Beschauer den Eindruck machen, es wäre besser statt der vielen schönen Worte etwas mehr Wasser zu liefern und die Schärfe des Systems weniger grell hervortreten zu lassen. Jedermann ist hier ausschließlich auf den Bezug des Wassers in den Privatgrundstücken angewiesen, dem in den wohlhabenden Quartieren durch Hausleitungen, in den ärmern durch einen in einem Hof aufgestellten Pfosten mit Auslaufröhre entsprochen wird. Bei letzteren müssen sich oft die Bewohner vieler Häuser ihr Wasser holen, wobei die Uebelstände der nur periodischen Wasserlieferung noch besonders grell hervortreten. Wer während des Tages außer seiner Wohnung den Durst löschen will oder sonst Wasser bedarf, ist auf die Schenken angewiesen, denen denn auch namentlich von der ärmern Bevölkerung gehörig zugesprochen wird.

Auch Springbrunnen finden sich hier wenige, dieselben sind des feuchten Klimas wegen allerdings weniger nothwendig als auf dem Festlande. Ueber den Preis des Wassers wird später eingetreten.

Aehnlich wie in London sind die Verhältnisse in allen andern englischen Städten, selbst wenn die Wasserversorgung in den Händen der Behörden liegt, wie solches in Manchester, Liverpool und bei den neuern Einrichtungen fast überall der Fall ist. Gegen eine mit der Größe des Miethzinses oder der Ausdehnung der Wohnungen wachsende Steuer, die aber der allgemeinen Durchführung wegen nur niedrig ist, wird das Wasser in den Privatgrundstücken abgegeben, öffentliche Brunnen werden dagegen keine errichtet. Wo die Gesundheitsakte angenommen ist, können die Grundbesitzer zur Einrichtung der Wasserleitung in die Grundstücke verpflichtet werden, indem es in Art. 76 heißt: „Es wird verfügt, „daß, wenn der Gesundheitsrath gestützt auf den Bericht des „Ingenieurs findet, es sei ein Haus ohne eine gehörige Wasser„versorgung und es könnte demselben für einen Zins von nicht „über 20 Rappen per Woche Wasser geliefert werden, er dem Ei„genthümer schriftliche Anzeige machen soll, innerhalb einer be„stimmten Zeitfrist sich Wasser zu verschaffen und alle nöthigen „Arbeiten ausführen zu lassen, ansonst solches auf seine Kosten „durch den Gesundheitsrath zu geschehen hat.“

Betrachtet man den niedrigen Preis, zu dem das Wasser bei diesem System den einzelnen Grundstücken abgegeben werden kann, der sich zum Beispiel in Manchester für 51,000 kleine Wohnungen auf bloß Fr. 2. 86 Rp. per Jahr oder wenig mehr als 5 Rpn. per Woche belief, so verlieren jene, bei einer Betrachtung von der Straße aus auffallenden Uebelstände sehr an Gewicht und es erscheint das ganze System viel weniger hart, dagegen allerdings nicht frei von Mängeln.

In Paris, wie in den französischen Städten überhaupt, ist der Verbrauch des Wassers auf den Straßen zu öffentlichen Zwecken sehr groß, was des zugeleiteten Unrathes wegen nothwendig ist. Die Straßenrinnen werden ausgespühlt und zahlreiche Fontainen sollen Erfrischung der Luft und einen großartigen Anblick gewähren. Der Wasserbezug zum Hausgebrauch wird dagegen an den Straßenbrunnen möglichst beschränkt, namentlich seit der Verkauf des Wassers an die Privaten einer Gesellschaft übertragen worden ist. Jene Straßenbrunnen, welche zum Zwecke der Spühlung so reichlich fließen, werden geschlossen, sobald sie diesen Zweck versehen haben, und es ist sogar die Einrichtung der neueren der Art, daß ihr Wasser nicht wohl aufgefangen werden kann. Es spricht sich das Bestreben deutlich aus, die Privaten für ihren Wasserbezug ganz auf die Leitungen in die Grundstücke anzuweisen und die Wasserlieferung auf den Straßen auf den Verbrauch zu öffentlichen Zwecken zu beschränken.

Diesem Bestreben entspricht denn auch die Vertheilung der verschiedenen Wasserqualitäten bei der durch Zuleitung von Quellwasser vervollkommneten Versorgung. Das in die Häuser abgegebene Wasser wird aus Quellwasser, das auf den Straßen verwendete dagegen aus dem schlechtern Ourcq-Wasser bestehen. Letzteres wird auch zur Speisung der Fontainen dienen, welche durchaus nur den Zweck der Erfrischung und Schönheit, nicht aber einer Wasserlieferung haben.

In Lyon wurde bei Uebergabe der Wasserversorgung an eine Privatgesellschaft die Erstellung von 211 Straßenbrunnen oder eines solchen auf zirka 1400 Einwohner vorgeschrieben, eine so geringe Zahl, daß sich die Wasserabgabe an Privaten auch hier beinahe auf diejenige innerhalb der Grundstücke beschränkt.

Nach diesen Beispielen sollte sich grundsätzlich entscheiden lassen, welchem System der Vorzug zu geben, oder wie weit eine Ver-

schmelzung derselben vortheilhaft sei. Damit wird das System entschieden, das bei Anlage neuer Wasserversorgungen anzustreben ist; ob, wenn das Wasser bisher durch eine Anzahl öffentlicher Brunnen geliefert worden war, der Zweck der neuen Anlage der sei, diese Brunnen auf den Straßen zu vermehren, oder aber vorzugsweise die Abgabe in den Privatgrundstücken zu erleichtern, mit oder ohne Beschränkung der bestehenden öffentlichen Brunnen. Dabei wird denn auch die schon oft besprochene Theilung des Wassers nach seiner verschiedenen Bestimmung und Qualität von Einfluß sein.

System der Abgabe des Wassers auf den Straßen.

Die ältern Brunnen mit beständig fließenden Wasserstrahlen von 3—6 Maaß Erguß per Minute haben den Nachtheil, daß es einerseits sehr lange geht, bis untergestellte größere Gefäße gefüllt sind, 5 bis 10 Minuten für eine Tanse, daß daher bei gleichzeitigem Eintreffen verschiedener Wasserbezüger einzelne längere Zeit warten müssen, bis sie nur zur Röhre gelangen. Aus diesem Grunde ist das lange Ausbleiben der Dienstboten beim Wasserholen durchaus nicht immer ein verschuldetes, sondern bei dieser Art der Abgabe unausweichlich. Anderseits fließt das Wasser während der ganzen Zeit, wo keine Gefäße untergestellt sind, nutzlos ab. Der Zudrang zu den Brunnen findet überall nur zu gewissen Tageszeiten statt, während zu andern Zeiten selbst die Brunnen, über deren Spärlichkeit bitter geklagt wird, unbenutzt fließen. So wird mit Berücksichtigung der Nacht kaum der vierte Theil des Wassers benutzt, $^3/_4$ dagegen fließen unbenutzt ab, und gehen größtentheils verloren. Eine Vermehrung der Ausflußmenge und damit eine Verminderung der Füllungszeit oder eine Vermehrung der Zahl der Brunnen vermehrt das unbenutzt abfließende Wasser noch in stärkerem Verhältniß, indem dadurch die Zeit einer Benutzung noch geringer wird. Bei Verbesserungen nach diesem Systeme genügt es daher nicht, das vorhandene Quantum um den wirklichen Mehrbedarf zu vermehren, sondern es muß 4 bis 6 mal mehr zugeleitet werden, daher auch der größere Theil der Kosten auf das verloren gehende und nicht auf das nutzbare Wasser trifft. Bei einer haushälterischen Verwendung der vorhandenen Geldmittel ist ein solches Verfahren sicher nicht gerechtfertigt, daher auch mit Ausnahme ganz eigenthümlicher Verhältnisse eine Erleichterung des Wasserbezuges für den Hausbedarf durch Ver-

mehrung der Zahl und der Ergiebigkeit der laufenden Brunnen unrichtig.

Dem bei diesen Brunnen entstehenden Verluste muß durch Anbringung von Hahnen abgeholfen werden, die zu den Zeiten, wo das Wasser nicht benutzt wird, dessen Ausfluß verhindern, und damit eine beliebige Steigerung der ausfließenden Wassermenge ohne vermehrten Verlust gestatten. So wird es möglich sein, eine Tanse in einer Minute statt früher in 10 Minuten zu füllen.

Die durch diese Hähne bedingte Veränderung der öffentlichen Brunnen aus laufenden in periodische ist aber nach dem Früheren von ungünstigem Einfluß auf die Qualität des Wassers als Trinkwasser. Dasselbe erwärmt sich während des Stagnirens, trübt sich wohl auch durch die beim Oeffnen des Hahns entstehende schnelle Bewegung in den Röhren, und es wurde daher der Satz aufgestellt, daß das Trinkwasser beständig fließende Brunnen verlange, bei denen es durch seine ununterbrochene Bewegung frisch, kühl und klar bleibt. Diese Brunnen gebrauchen jedoch nur eine kleine Wassermenge, da der Bedarf an Trinkwasser gering ist und dasselbe nur in kleineren Gefässen jeweilen vor dem Gebrauch geholt wird. Es ist weder ein Zudrang zu diesen Brunnen, auch bei schwachem Strahl zu befürchten, noch verursachen sie, selbst bei bedeutender Anzahl einen namhaften Verlust durch das unbenutzt abfließende Wasser.

Bei dem System der Abgabe des Wassers für den Privatgebrauch auf den Straßen ist daher die Erstellung einer Anzahl laufender Brunnen mit schwachem Strahl für das Trinkwasser und von Hahnenbrunnen mit sehr starkem Auslauf für das Brauchwasser gerechtfertigt, und es wird dadurch der Anstoß für ein doppeltes Leitungssystem gegeben, einerseits mit stätiger Bewegung für das Trinkwasser, anderseits mit unregelmäßigem Ablauf für das Wasser zum Hausgebrauch und zu öffentlichen Zwecken.

Eine Abgabe auf den Straßen kann natürlich nur eine unentgeldliche sein, die Kosten, welche durch Herbeischaffung des Wassers entstehen, müssen daher anderweitig gedeckt werden, bei einer Anlage durch die Stadt mittelst Steuern, bei einer solchen durch eine Privatgesellschaft durch Beiträge an solche oder durch anderweitige Vortheile, welche ihr auf öffentliche Rechnung eingeräumt werden.

Das Vorhandensein einer genügenden Zahl öffentlicher Brunnen wird dem Bedürfniß nach Wasser abhelfen, dagegen bleibt bei dem-

selben der Uebelstand des Wasserholens, der namentlich für ärmere Familien ohne Dienstboten, wo Mann und Frau ihrer Arbeit nachgehen müssen, nicht gleichgültig ist. In solchen Haushaltungen sind weder der Platz noch viel weniger die nöthigen Gefäße für einen ausreichenden Wasservorrath vorhanden, man spart daher entweder am Wasser oder es wird ein sehr häufiges Wasserholen nothwendig. Selbst ein geringer Abstand des öffentlichen Brunnens bewirkt, daß eher dem allfällig im Hofe stehenden Sodbrunnen der Vorzug gegeben wird, dessen Wasser gewöhnlich nicht nur schlechter, sondern durch seine Härte auch kostbilliger ist, als das der öffentlichen Brunnen. Ein vermehrter Wasserverbrauch befördert die Reinlichkeit und die Gesundheit, und wenn es daher im öffentlichen Interesse liegt, daß ein reichliches Quantum guten Wassers vorhanden sei, liegt es ebensosehr im öffentlichen Interesse, daß dieses Wasser der Bevölkerung, und namentlich dem arbeitenden Theile derselben möglichst bequem bis an die Verbrauchsstelle zugeführt werde.

Mit Rücksicht auf die Gesundheit und Reinlichkeit einer Bevölkerung verdient somit die Abgabe des Brauchwassers in den Privatgrundstücken unbedingt den Vorzug, während dagegen das auf die laufenden Brunnen angewiesene Trinkwasser vortheilhafter auf der Straße bezogen wird.

System der Abgabe des Wassers in den Privat-Grundstücken.

Bei diesem System tritt die Möglichkeit ein, für das Wasser eine Entschädigung zu verlangen. Auf den Betrag dieser Entschädigung an verschiedenen Orten soll später eingetreten und hier bloß das System für ihren Ansatz, soweit damit das System der Wasserabgabe in den Grundstücken selbst zusammenhängt, betrachtet werden.

Der Wasserbezug in den Häusern erheischt bleibende Vorrichtungen, welche bei dem Wechsel der Miethsleute nicht wohl von diesen erstellt werden können. Die betreffenden Anlagen fallen daher den Grundeigenthümern zur Last. Auch der jährliche, die Stelle einer Steuer vertretende Zins für den Wasserbezug kann nicht mit dem Wechsel der Miether und deren Steuerkraft in seinem Betrage wechseln, sondern er muß auf dem Grundstücke

selbst haften, sich nach dessen Steueransatz richten und damit ebenfalls den Grundeigenthümer treffen. Der Vortheil der guten Wasserleitung kommt aber nicht dem Hausbesitzer, wenn solcher das Haus nicht zufällig selbst bewohnt, sondern den Bewohnern zu gut, woraus der Widerspruch hervorgeht, daß nicht der bezahlen muß, welcher den eigentlichen Vortheil aus der zu besteuernden Einrichtung zieht, sondern derjenige, für welchen solche von weniger Werth ist. Allerdings wird sich der Besitzer durch Erhöhung des Miethzinses wieder schadlos zu machen suchen, doch ist dieß namentlich bei den Wohnungen für die ärmern Klassen nicht immer möglich, da diese den gewährten Vortheil nicht zu schätzen wissen und nur die Höhe des Preises an sich berücksichtigen.

Liegt die Versorgung der einzelnen Grundstücke mit Wasser wirklich im öffentlichen Interesse, so ist es nothwendig, jenen Widerspruch zu beseitigen und zu bewirken, daß die Grundeigenthümer aus eigenem Interesse oder gezwungen, diese Einrichtung treffen.

Auch die mechanischen Verhältnisse und die Benutzung der vorhandenen Kräfte machen die Abgabe in den Grundstücken vortheilhafter.

Bei der Abgabe an öffentlichen, beständig laufenden oder mit Hahnen versehenen Brunnen fließt das Wasser, das schon der öffentlichen Zwecke wegen genügenden Druck hätte, um überall und ohne vermehrte Kosten von selbst an die Verwendungsstelle zu gelangen, in die tiefliegenden Brunnen auf den Straßen, wird dort in Gefäße gefaßt, und von Hand wieder in die verschiedenen Stockwerke hinaufgetragen. Die Verzinsung der Auslagen für die Leitung in die Häuser wird weit überstiegen durch die Kosten des Wasserholens. Ein solches Verfahren, bei welchem das nicht ohne große Kosten unter hohen Druck versetzte Wasser ganz nutzlos in die Tiefe fließt und durch die Bevölkerung auf dem Kopf oder Rücken wieder in die Höhe getragen wird, widerspricht schon an sich auch nur einigermaßen ausgebildeten mechanischen Anschauungen, und sollte heut zu Tage, wo alle vorhandenen Kräfte immer besser ausgenutzt werden, nicht mehr möglich sein.

Bei ausschließlicher Abgabe an den Brunnen geht alle im Wasser enthaltene Kraft mit den dafür erlaufenen Kosten verloren.

Gemischtes System der Wasserabgabe.

Bei dem gemischten System theilweiser Abgabe an öffentlichen Brunnen und theilweiser Abgabe in den Häusern wird das Wasser für die öffentlichen Brunnen auf allgemeine Kosten beschafft, die Geldsummen dafür werden im günstigsten Fall nach dem jeweiligen Steuersystem zusammengelegt. Wer nun in der geschilderten Art hier sein Wasser holen will, kann solches ohne weitere Leistungen an die Unternehmung der Wasserversorgung thun. Die Hauseigenthümer dagegen, welche ihren Miethsleuten das nöthige Wasser nicht in dieser unvollkommenen Weise, sondern bequem und nach richtigen Grundsätzen zuführen wollen, ohne dadurch der Unternehmung auch nur die geringsten Mehrauslagen zu verursachen, werden neben der allgemeinen Besteuerung sofort noch einer weitern unterworfen, damit wird eine Schranke gegen die Einrichtung aufgestellt, welche man als am ehesten dem öffentlichen Interesse und richtigen mechanischen Grundsätzen entsprechend anerkennen und deßhalb möglichst befördern sollte.

Liefert nach dem Baslersystem die Stadt das unentgeldliche Wasser in den Straßen, eine Privatgesellschaft gegen Entschädigung Wasser in die Häuser, so wird sich in jenen Quartieren, wo die Hausbesitzer die Kosten für die Hausabnahme scheuen, das Bedürfniß nach vermehrten öffentlichen Brunnen Geltung und auf allgemeine Kosten Abhülfe verschaffen, in den Quartieren dagegen, wo die Hausbesitzer jene Opfer auf sich nehmen, wird dieß Bedürfniß nicht eintreten, es werden nur weniger Brunnen erstellt und auf öffentliche Kosten weniger Vortheile geboten, ungeachtet die Besteuerung die gleiche ist. Unter diesen Verhältnissen ist es für die Hausbesitzer, namentlich der geringern Häuser, durchaus nicht verlockend, jene doppelten Auslagen zu haben, und es wird zwar in den wohlhabenden Häusern die Hausabnahme eingeführt, den ärmern dagegen kommt diese Einrichtung nicht zu gut. Eine weitere Folge davon wird noch sein, daß der Preis für die Hausabgaben der verhältnißmäßig geringen Betheiligung wegen sehr hoch gehalten werden muß.

Noch schlimmer stellen sich jene Orte, wo die Beschaffung auch des Wassers für die öffentlichen Brunnen der Privatgesellschaft übertragen worden ist, welche die Häuser mit Wasser versorgt. Hier müssen die Wasserzinse alle Auslagen decken, so daß die Haus-

besitzer, welche ihre Hausleute auf den Bezug an den öffentlichen Brunnen anweisen, gar keine Auslagen für das Wasser haben, indem selbst diese Kosten noch jenen aufgeladen werden, welche gehörig für ihre Leute sorgen.

Statt daß somit jener Widerspruch zwischen den Interessen der Hausbesitzer und Hausbewohner zu Gunsten einer allgemeinen Einführung der Hausversorgungen aufgehoben würde, wie wir solches als nothwendig erkannt haben, wird derselbe bei diesen Systemen im Gegentheil noch gesteigert.

Dagegen kann man einwenden, daß die Abgabe des Wassers in den Häusern, wenn sie auch keine vermehrten Ausgaben für die Wasserbeschaffung verursacht, doch eine große Bequemlichkeit gegenüber dem Bezug an den Straßenbrunnen darbietet und daß es daher gerechtfertigt ist, für diese Bequemlichkeit auch etwelche Opfer zu verlangen. Es ist dieß theilweise richtig, obgleich wie gezeigt die Auslagen und die Vortheile nicht den gleichen Personen erwachsen, und es ist deßhalb eine gewisse Besteurung dieser Bequemlichkeit gerechtfertigt, aber jedenfalls darf solche nicht zum Vorwande genommen werden, um diesen Hausbezug einseitig mit allen Kosten zu belasten.

Ein anderer Grund der erhöhten Besteuerung für die Hausabgabe beruht in dem Mißbrauch, der mit dem Wasser getrieben werden kann, und der möglichen Verschwendung, welche hier viel schwerer zu entdecken ist als bei Straßenbrunnen. Es ist gezeigt worden, wie groß diese Verschwendung unter Umständen sein kann. Sie findet jedoch hauptsächlich in den Water-closets statt, die von dem gewöhnlichen Hausbezug ganz verschieden sind, eine eigene Einrichtung bilden und deßhalb auch sehr wohl mit einer besondern Wassersteuer belegt werden können. In dem gewöhnlichen Haus- und Küchenverbrauch ist eine Verschwendung keineswegs sehr zu befürchten, so daß dieser Grund ebenfalls viel von seiner Bedeutung verliert.

Vorzüge der Hausabgabe.

Das englische System mit Beschränkung der Wasserabgabe auf die Privatgrundstücke vermeidet die bei der unentgeldlichen Abgabe auf den Straßen gerügten Uebelstände und ist seinem Wesen nach und bei gehöriger Durchführung gerecht und wohlthätig. Da auf den Straßen nirgends unentgeldlich Wasser zu erhalten

ist, müssen die Grundbesitzer dasselbe in ihre Grundstücke führen; geschieht dieß nicht freiwillig, und geben sie zu Wassermangel Anlaß, so können sie gesetzlich gezwungen werden. Für das bezogene Wasser muß eine Steuer entrichtet werden, welche sich nicht etwa nach dem Quantum des gebrauchten Wassers bestimmt, sondern im Verhältniß zu dem Ertrag des Grundstückes steht, somit ganz nach den Grundsätzen berechnet wird, welche bei der Vertheilung der Steuern für andere sanitarische Anlagen und bei den Armensteuern gelten. Bei einer solchen Anwendung des allgemein angenommenen Steuersystems auch für die Bezahlung des Wassers zum Hausgebrauch darf man voraussetzen, daß die Vertheilung der Kosten nach den Anschauungen des betreffenden Landes die gerechteste sei; durch den Zwang zur Wasserabnahme wird verhindert, daß sich Einzelne den öffentlichen Lasten entziehen und auf Kosten der Andern leben. Unbesteuert geht bloß derjenige aus, der sich selbst auf andere Weise Wasser verschaffen kann, wofür er aber die Kosten auch selbst zu tragen hat.

Jene Möglichkeit eines gesetzlichen Zwanges zur Wasserabnahme bei vorhandenem Mangel ist allerdings ein Haupterforderniß, wenn dieß System in seiner Durchführung nicht äußerst hart sein soll, da ohne ihn die Bewohner der ärmsten und vernachlässigtesten Quartiere ganz ohne gutes Wasser bleiben würden und, wie dieß in London theilweise der Fall war, auf die elendesten Pfützen für ihren ganzen Wasserbedarf angewiesen wären, während sie bei Ausübung jenes Zwangs ihr Wasser eben so leicht erhalten, wie die Wohlhabenden, und zu einem ihren Verhältnissen entsprechenden äußerst geringen Preis.

Mit dieser Voraussetzung verschwindet denn die beim ersten Anblick scheinbar ganz übertriebene Härte dieses Systems, der Mangel öffentlicher Brunnen hat seine Unannehmlichkeiten und ist anderswo nicht in solcher Konsequenz nachzuahmen, aber das Prinzip an sich selbst ist richtig, gerecht und vollkommen geeignet, auch den ärmsten Bewohnern den Wasserbezug möglichst leicht zu machen.

Das in Paris zur Geltung gekommene System ist in seinem äußern Ansehen, dem Verschließen der öffentlichen Brunnen, soweit solche zum Wasserholen benutzt werden können, dem englischen ähnlich, hier muß jedoch bei der Hausabnahme nach dem Quantum des gelieferten Wassers bezahlt werden und es bildet der Wasserzins nicht mehr eine nach den üblichen Grundsätzen vertheilte

Steuer, sondern den Ankaufspreis einer gewissen Menge eines Handelsartikels, da in diesem Falle das Wasser wirklich einen solchen bildet.

Natur des Wassers hinsichtlich der Bezahlung.

Dadurch wird man auf die Frage geführt, wie die Lieferung des für den Hausgebrauch nothwendigen Wassers rücksichtlich der Bezahlung zu betrachten sei, und welche Stellung in dieser Hinsicht eine Wasserversorgung einzunehmen habe.

Bei dem Systeme der unentgeldlichen Abgabe des Wassers an öffentlichen Brunnen sowohl als bei dem englischen Systeme einer Bezahlung nach den Steuerquoten wird das Wasser als ein Gegenstand betrachtet, der für den Menschen in einem gewissen Quantum nothwendig ist, dessen Verbrauch bis auf ein gewisses Maaß im öffentlichen Interesse liegt, den sich zudem nicht jeder Einzelne in gehöriger Güte verschaffen kann, sondern nur durch Vermittlung der Behörden oder größerer, von diesen privilegirter Unternehmungen. Für Herschaffung dieses Wassers muß daher jeder nur nach dem Verhältniß bezahlen, wie er für die übrigen Dienste, welche ihm das Gemeinwesen leistet, Polizei, Straßen, Armenunterstützung und dergleichen, durch seine Steuern bezahlt. Der Reiche und der Arme, der Besitzer einer kostbaren und derjenige einer ärmlichen und billigen Wohnung mögen zwar gleich viel Wasser benutzen, aber sie zahlen für dasselbe einen ihren verschiedenen Mitteln entsprechenden verschiedenen Preis. Diese Anschauung bleibt sich gleich, ob nun das Wasser von der Gemeinde oder von einer, durch solche konzedirten Gesellschaft geliefert wird.

Bei der andern Anschauungsweise ist das Wasser ein Handelsartikel wie jedes andere Lebensmittel oder wie das Gas der Gasbeleuchtungen. Wer wenig Wasser braucht, zahlt wenig, wer viel braucht, entsprechend mehr, aber es wird als gleichgültig angesehen, ob derjenige, welcher das Wasser braucht, reich oder arm, hoch oder niedrig besteuert sei, ob ihm die Bezahlung schwer oder leicht falle.

Sobald sich die Behörden mit der Wasserversorgung weiter befassen als bloß durch das Einlegen von Röhren in den öffentlichen Grund bedingt wird, und es ist dieß wohl überall der Fall, liefern sie den Beweis der Richtigkeit der erstern Anschauung. Es ist dieselbe in England fast überall mehr oder weniger vollständig

zur Geltung gelangt, und es kann namentlich bei unsern Verhältnissen wohl kein Zweifel mehr darüber walten, daß sie die richtige sei.

Grundsätze für die Wasserabgabe bei neuen Versorgungen.

Handelt es sich in einer Stadt, welche bisher mangelhaft mit Wasser versehen war, um Einführung einer neuen Wasserversorgung, und kommen dabei die obigen Anschauungen zur Geltung, so daß die Behörden, sei es selbstthätig, sei es durch Vermittlung einer Privatunternehmung bei der Verbesserung betheiligt sind, so wird die Bevölkerung erwarten, daß bei allgemeinen Anstrengungen die schon von früher bestehenden, öffentlichen Brunnen nicht geschmälert werden, selbst wenn letzteres in Befolgung des richtigsten und gerechtesten Systems geschehen sollte. Wenn man somit auch grundsätzlich das System der vorzugsweisen Hausabgabe annimmt, muß dasselbe den herrschenden Anschauungen angepaßt werden und kann nur auf die neu zugeführte Wassermenge, nicht aber auf die schon vorhandene Anwendung finden. Wenn aber theilweise die unentgeldliche Straßenabgabe zugelassen werden muß, wird man sich doch hüten, in das gemischte System überzugehen.

Mit Rücksicht auf die besonderen Anforderungen an das Trinkwasser ist früher eine Trennung desselben von dem Brauchwasser und eine Abgabe desselben an laufenden Brunnen als vortheilhaft dargestellt worden. Ohne eine ungemeine Verschwendung lassen sich diese Brunnen keineswegs so vermehren, daß sie in die Privatgrundstücke verlegt werden könnten, sondern sie müssen ihren Platz auf den öffentlichen Straßen finden, damit öffentliche Brunnen geben. Wenn dieß ebenfalls eine Abweichung von dem System der ausschließlichen Hausabgabe bedingt, so wird dadurch gerade der Punkt gemildert, der bei der ersten Betrachtung am schroffsten und härtesten schien. Diejenigen, welche außerhalb ihrer Wohnungen beschäftigt sind, finden auf der Straße Wasser zu dem Zwecke, zu dem sie es hier bloß brauchen, nämlich zum Trinken und allenfalls zum Händewaschen, und sind dafür nicht auf die Wirthshäuser angewiesen. Die Trinkbrunnen werden vielfach an die Stelle der bisherigen öffentlichen Brunnen treten und so den Anschluß an die ältern Zustände erleichtern. Ergänzt durch solche öffentlichen Trinkbrunnen entspricht das System der ausschließlichen

Abgabe des Brauchwassers in den Grundstücken mit einer Berechnung des Wassers nach dem Steueransatz, nach englischem System, allen Anforderungen und ist bei der Möglichkeit einer zwangsweisen Einführung das wohlthätigste und gerechteste.

Im Falle man sich aber nicht ganz zu dieser Anschauung verstehen wollte, steht doch so viel fest, daß es für die Kosten der Wasserlieferung ganz gleichgültig ist, ob das Wasser an den Straßenbrunnen oder in den Häusern bezogen werde, daß daher den Bezügern in beiden Fällen im Wesentlichen die gleichen, nach der Steuerkraft bemessenen Leistungen zugemuthet werden sollen, daß es dagegen unrichtig ist, diese beiden Bezugsarten ganz abweichend zu taxiren.

Bei der Abgabe in den Grundstücken mag allerdings mit Rücksicht auf die größere Bequemlichkeit auch beim Bezug für den Hausverbrauch eine Supplementtaxe statthaft sein, welche aber im Verhältniß zur allgemeinen nur sehr unbedeutend ausfallen darf, um unter keinen Umständen ein Hemmniß für allgemeine Einführung der Hausversorgung zu sein. Diese Taxe ist am zweckmäßigsten im Verhältniß zu dem Ertrag oder dem Werth eines Grundstückes, daher sie bei den ärmlichsten Wohnungen fast ganz verschwindet.

Unter solchen Annahmen wird man eines gesetzlichen Zwanges zur Wasserabnahme entbehren können.

Ausdrücklich handelte es sich bisher immer nur um das Wasser für den gewöhnlichen Hausverbrauch. Für außergewöhnliche Zwecke, zum Spritzen der Gärten, für Stallungen, für besondere Berufsarten und Gewerbe, ja selbst für Water-closets wird das Wasser besonders berechnet. Die Grundsätze, nach denen dieß geschehen soll, sind bei Weitem nicht so wichtig und eingreifend wie bei dem Hauswasser und es wird das Wasser hier in der That zu einem gewöhnlichen Handelsartikel. Daher ist denn auch eine Berechnung nach der verbrauchten Menge gerechtfertigt. Von den Preisen, welche dabei zur Geltung kommen, wird später die Rede sein.

Die aufgestellten Grundsätze behalten ihre Gültigkeit, ob die Wasserversorgung durch die Behörden oder unter ihrem Schutze durch eine Privatgesellschaft ausgeführt werde. In beiden Fällen ist es ja das allgemeine Publikum, welches bezahlen muß, es kann sich Niemand den Lasten entziehen und es sind Gründe ganz an-

derer Art, welche zur Annahme der einen oder andern Ausführungsart bewegen.

Es wäre daher ganz falsch, wenn man bei der Vergebung an eine Gesellschaft dem Gemeinwesen dadurch eine Wohlthat zu erweisen glaubte, daß recht viele öffentliche Brunnen verlangt werden, deren Kosten naturgemäß nur durch den höhern Preis des in den Privatgrundstücken abgegebenen Wassers gedeckt werden müssen. Gerade weil aber die Versuchung zu einem solchen Vorgehen sehr nahe liegt, ist es dringend nothwendig, daß man sich vor einer Entscheidung über die Art der Ausführung genau von den zu befolgenden Grundsätzen Rechenschaft gebe, und sich nicht durch scheinbare Vortheile zu Mißgriffen verleiten lasse.

Einrichtungen zur Abgabe des Wassers.

Abgabe auf den Straßen.

Brunnen für Trinkwasser.

Die laufenden Brunnen für das Trinkwasser, welche in den verschiedenen Straßen gleichmäßig vertheilt sein sollen, brauchen nur einen ziemlich schwachen Strahl, da hier unter allen Umständen nur mit kleinen Gefässen Wasser geholt wird. Zu klein darf das Quantum andrerseits auch nicht sein, damit sich das Wasser während des Füllens nicht zu sehr erwärmt und so der Vortheil einer besondern Trinkwasserleitung verloren gienge. So dürften 2 bis 3 Maaß per Minute das Quantum sein, welches einem solchen Brunnen zuzutheilen ist. Nimmt man an, das Wasser werde im Ganzen während 2 Stunden aufgefaßt und fließe während der übrigen Zeit unbenutzt ab, und es werde per Kopf durchschnittlich eine Maaß Trinkwasser hier geholt, so würde ein solcher Brunnen für zirka 300 Personen genügen. Es würden bei ihm 12 Maaß per Kopf unbenutzt verloren gehen, dagegen wäre ein Drängen zu den Brunnen unter keinen Umständen zu befürchten. Bei 20,000 Einwohnern wären per Minute zirka 175 Maaß, per Tag 1400 Kubikfuß, bei 40,000 Einwohnern 350 Maaß per Minute und 2800 Kubikfuß per Tag erforderlich.

Außer der Wassermenge ist bei Anordnung der Brunnen auch noch der Leichtigkeit des Wasserholens Rechnung zu tragen, da bei zu großer Entfernung derselben das Holen zu mühsam und zeitraubend würde. In dichter bevölkerten Theilen werden die Brunnen bei einer der berechneten Wassermenge entsprechenden An-

zahl ausreichen, in schwach bevölkerten Gegenden ist dagegen ihre Zahl zu vermehren, wobei dann allerdings auch der Wasserverlust wächst.

Die Brunnen selbst können alle möglichen Gestalten erhalten, als einfache Stöcke mit Auslaufröhren ausschließlich zum Wasserholen dienen und ihr Wasser unmittelbar in eine Straßenrinne oder einen Abzugskanal ergießen, oder aber, wie die älteren steinernen Brunnen mit mehr oder weniger monumentalen steinernen Brunnenstöcken und Brunnenbecken versehen sein. Ein eigentliches Bedürfniß für die letztern ist nicht mehr vorhanden, da die andern Ausflußöffnungen jederzeit ein genügendes Quantum Wasser zu allen möglichen Zwecken liefern.

Brunnen für Brauchwasser.

Diese sollten nach dem, was über das System der Abgabe gesagt wurde, eigentlich gar nicht nothwendig sein und es ist nur die Rücksicht auf die früheren Einrichtungen, welche an manchen Orten zu ihrer Anlage führen kann.

Um möglichste Bequemlichkeit mit Verhütung unnützen Wasserverlustes zu verbinden, sind sie mit Hahnen zu versehen und so einzurichten, daß sie per Minute 40 bis 100 Maaß, ja selbst noch mehr liefern können, wobei untergestellte Gefässe sich augenblicklich füllen. Dadurch wird es nothwendig, daß der Hahn nach geschehenem Gebrauch sofort wieder geschlossen werde, indem sonst der Wasserverlust zu groß ausfallen müßte.

Von gewöhnlichen Drehhähnen kann hier, wie überhaupt bei Wasserversorgungen mit großem Druck, wo ein häufiges Oeffnen und Schließen nothwendig ist, nicht die Rede sein, da dieselben zu plötzlich abschließen und zu schnell undicht werden.

Schraubenhähne, welche entweder ein Ventil oder einen Schieber öffnen und schließen, sind für die Regulirung des Wasserzuflusses sehr vortheilhaft, wie sie ja auch bei den Leitungen im Großen angewendet werden. Das Zuschrauben, nachdem man das gewünschte Wasserquantum bezogen hat, bildet jedoch eine kleine Mühe, der sich die Wasserholenden nur zu leicht entziehen und dadurch einen großen Wasserverlust verursachen. Allerdings wird die Polizei dieß schnell bemerken und theils abhelfen, theils mit Strafen einschreiten, doch sind damit immer viele Unannehmlichkeiten verbunden.

Man giebt daher oft selbstwirkenden Hähnen den Vorzug, bei denen das Abschlußventil durch Drücken oder Ziehen an einem Griffe geöffnet wird, und sich entweder durch den Wasserdruck, durch eine Feder oder ein angehängtes Gewicht sofort wieder schließt, sobald jener Druck oder Zug aufhört. Ein Wasserverlust ist hier nicht wahrscheinlich, da derselbe auf böswillige Weise veranlaßt werden müßte. Dagegen besteht der große Uebelstand, daß durch das plötzliche Schließen Widderstöße entstehen, welche um so stärker werden, als die Geschwindigkeit in den Zuleitungen bei der großen Ausflußmenge bedeutend war; mit der Zeit entstehen daraus Undichtheiten und Röhrenbrüche. Man hat diesen Stößen dadurch abzuhelfen gesucht, daß auf der Zuleitung ein kleiner Windkessel angebracht wurde, bei welchem die Luft den Stoß des Wassers aufhob. Da jedoch diese Windkessel nur sehr klein ausfallen können, wurde die in ihnen enthaltene Luft bald im Wasser aufgelöst, und es hörte ihre elastische Wirkung auf. Von Bonnin in Paris wurde deßhalb der Versuch gemacht, die Luft in eine Kautschukhülle einzuschließen und so vom Wasser zu trennen, doch ist diese Anordnung meines Wissens noch nirgends zur allgemeinen Anwendung gekommen.

Andrerseits wird in England bei Water-closets oft eine Vorrichtung angebracht, bei welcher der Hebel zum Oeffnen zwar rasch gehoben werden kann, dagegen nur langsam niedersinkt, somit auch das Ventil nur langsam schließt. Beim Heben gelangt nämlich eine gewisse Wassermenge in einen kleinen Pumpenstiefel, fließt nachher, wenn der Hebel sich selbst überlassen wird und mit seinem Gewicht auf dem Kolben jenes Pumpenstiefels ruht, durch eine kleine Oeffnung nur ganz langsam aus (Howards Patent). Der gleiche Zweck wird bei Water-closets noch durch verschiedene andere Einrichtungen erreicht, wie sich überhaupt in England der Scharfsinn der Erfinder auf die verschiedensten mit den Wasserversorgungen zusammenhängenden Einrichtungen geworfen und Lösungen gefunden hat, welche allen Anforderungen entsprechen. So besteht denn kein Zweifel, daß auch für die selbstwirkenden Ventile der öffentlichen Brunnen ein langsamer Schluß zu erreichen sei.

Eine zweite Schwierigkeit für die mit Hahnen geschlossenen Straßenbrunnen liegt in dem Einfluß des Frostes. Das durch den Hahn abgeschlossene Wasser in der Zuleitung und im Hahn selbst befindet sich in vollkommener Ruhe, erkaltet daher schnell bis zum

Gefrieren und zersprengt dabei den Apparat. Dagegen giebt es nur zwei Mittel, entweder im Winter den Hahn so zu stellen, daß beständig etwas Wasser ausfließt, daher auch in der Zuleitung keine vollständige Ruhe herrscht, oder dann den Hahn so tief im Boden anzubringen, daß er der Wirkung des Frostes entzogen ist, und dabei die oberhalb zwischen ihm und der Auslaufröhre nach dem Schließen des erstern noch vorhandene Wassermenge durch eine kleine Oeffnung abfließen zu lassen. Letztere wird beim Oeffnen des Hahns geschlossen, um einen Wasserverlust zu vermeiden. Es kann dieß ebenfalls auf sehr verschiedene Weise geschehen und würde eine Aufzählung der verschiedenen Einrichtungen zu weit führen.

Die selbstwirkenden Hähne haben die Unbequemlichkeit, daß wenn ein fortgesetzter Wasserablauf verlangt wird, wie dieß z. B. bei Feuersbrünsten der Fall ist, der Griff beständig niedergedrückt oder gehoben werden muß. Darcy hat daher in Dijon Hähne eingeführt, bei denen vor dem selbstwirkenden Ventil ein hohler Drehhahn eingeschaltet ist, der gestattet, das Wasser aus der Zuleitung sowohl direkt mit der Auslaufröhre als mit dem selbstwirkenden Ventil in Verbindung zu setzen. Da der Drehhahn nur selten gebraucht wird, kann er in diesem Fall trotz der schon erwähnten Mängel genügen.

Durch mannigfache Verbindung dieser 3 Vorrichtungen kann bei den Brunnen mit selbstwirkenden Hähnen sowohl den Widderstößen und der Gefahr des Einfrierens vorgebogen als im Nothfall ein ununterbrochener Auslauf erlangt werden. Es entsteht dadurch allerdings eine etwas komplizirte Einrichtung, welche aber auf der Straße unter unmittelbarer Aufsicht der Brunnenbeamten steht und daher weniger Bedenken erregen kann, als wenn sie sich der Aufsicht entzogen in einem Privatgrundstück befinden würde.

Da in Frankreich das Wasserholen mit Eimern, welche in den Händen oder an einem über die Schultern gelegten Holze getragen werden, Sitte ist, sind die Straßenbrunnen überall nur auf das Füllen solcher Eimer berechnet. Die Auslaufröhre befindet sich daher bloß 12 bis 17 Zoll über dem Boden, und es hat der ganze Brunnenstock eine Höhe von 18 bis 25 Zoll. Er besteht aus einem eisernen Kästchen, in dem der Abschlußhahn angebracht ist. Das Wasser fällt aus der Auslaufröhre ohne irgend welches Brunnenbecken in eine kleine Vertiefung, aus der es entweder in den Abzugskanal oder in den Straßengraben gelangt. Solche Brunnen

nehmen sehr wenig Platz ein, nicht viel mehr als die früher gebräuchlichen Wehrsteine. Sie werden daher häufig zwischen Fahrbahn und Trottoir auf den Trottoirrandstein aufgesetzt, wo sie ihr Wasser unmittelbar in die Straßenrinne ausgießen, daher ihr Name bornes-fontaines, oder sie sind auf der innern Seite der Trottoirs an die Häuser angelehnt. Von einem Unterstellen von Tansen kann bei diesen Brunnen keine Rede sein.

Letzterer Zweck erheischt höhere Pfosten, welche oben die Auslaufröhre tragen. Solche finden sich in England zur Versorgung größerer Häuserkomplexe, die nicht mit Hausleitungen versehen sind. Das unbenutzte Wasser fließt auch hier direkt ab. Der Abschlußhahn ist entweder in dem Pfosten selbst oder neben ihm in einem Schachte angebracht. Letzteres ist nothwendig, wenn er gegen den Frost geschützt sein soll.

An solchen Orten, wo man sich an laufende Brunnen mit großen Trögen gewohnt ist und sich bei der Einführung einer neuen Wasserversorgung zur Erstellung von Hahnenbrunnen neben den Trinkwasserbrunnen entschließt, möchte die Vereinigung der beiden Arten von Ausläufen an einem Brunnen zweckmäßig sein, wo dann ein größerer Brunnentrog beibehalten werden kann. Die Detailanordnung des Brunnens und die architektonische Ausbildung richtet sich nach der Lokalität und ruft an verschiedenen Orten einer verschiedenen Lösung, ebenso fällt hier der vorhandene Raum sehr ins Gewicht. Ist man sehr beschränkt, so bleiben nur die Standpfosten übrig, an denen auch größere Gefäße gefüllt werden könnten.

Ausläufe für Wasser zu öffentlichen Zwecken.

In den französischen Städten finden sich in dieser Richtung namentlich in den ältern Quartieren verschiedene Vorrichtungen.

Die Trottoirausläufe (bouches sous trottoir) sind Mündungen von Leitungsröhren im Trottoirrandstein, deren Ausfluß durch einen in einem gußeisernen Kästchen enthaltenen Hahn regulirt wird. Sie haben den ausschließlichen Zweck, Spühlwasser in die Straßenschaalen abzugeben. Sie sind dort nothwendig, wo die Straßenschaalen zur Aufnahme des Küchenwassers aus den Häusern dienen, werden dagegen durch eine gehörige Kanalisation überflüssig.

Die Pfosten zum Füllen der Spritzfässer (poteaux

d'arrosement) sind ziemlich hohe, gußeiserne Säulen, an deren Auslauföffnung ein Rohr zum Füllen der Straßen-Spritzwagen gesteckt werden kann.

Ebenso gut wie in dem Pfosten steigt jedoch das Wasser in einem Schlauche in die Höhe, der unmittelbar an die unter dem Trottoir befindliche Mündung einer Zweigleitung angeschraubt wird, so daß der Pfosten selbst ganz überflüssig ist.

Die **Feuerhähne**, Hydranten (bouches d'incendie) sind Mündungen von Leitungsröhren, welche ähnlich den bouches sous trottoir in einem eisernen Kästchen sich irgendwo in der Straße befinden, am besten aber ebenfalls am Trottoirrande angebracht werden. Das Ende der Leitung ist mit einem Schlauchgewinde versehen, welches den Gewinden des städtischen Feuerwehrmaterials entspricht, so daß der Druck der Leitung sich unmittelbar in die Schläuche überträgt und ein Wasserstrahl entsprechend dem der Feuerspritzen erlangt wird.

Diese **Feuerhähne** eignen sich zu den verschiedensten Zwecken. Sie dienen in erster Linie zum Anschrauben der Schläuche bei Feuersbrünsten, wobei sie sowohl das Wasser in Feuerspritzen liefern, als zum direkten Spritzen auf der Brandstelle dienen können. Mittelst Anschraubens eines kurzen Schlauches mit Wendrohr können die umliegenden Straßenstrecken im Sommer begossen, dadurch Kühle verbreitet und der Staub niedergeschlagen werden, besser als es mit den gewöhnlichen Spritzwagen möglich ist. Ist der Gebrauch der letztern nicht zu umgehen, so können dieselben mittelst eines angeschraubten Schlauchstückes an diesen Hähnen schnell gefüllt werden, es vermindert sich der großen Anzahl von Füllungspunkten wegen der Weg, den sie unnütz zurücklegen müssen, und steigert sich dadurch ihre Wirksamkeit. Zum Ausspühlen der Straßenschaalen oder Rinnsteine kann ein kurzes Rohrstück angeschraubt werden, welches das Wasser in die Schaale ausgießt. Zeigt sich in einem benachbarten Abzugskanal eine Ablagerung, so wird ein Schlauch in den nächsten Senkschacht hinabgelassen und gegen die Ablagerung hingeschoben, wo dann der volle Strahl der Wasserleitung dessen Beseitigung bewirkt. Endlich ist ein Ausspühlen der äußersten Leitungsstrecken, wo das Wasser durch Stagniren verdirbt, mittelst des Feuerhahns jederzeit leicht. So erfüllen dieselben alle möglichen Zwecke und bringen den Nutzen einer Wasserversorgung für öffentliche Zwecke zur vollsten Wirkung.

Die Lage der Feuerhähne ist an sich ganz beliebig, da das Wasser in den Schläuchen nach allen Seiten hin geleitet werden kann. Bei der Manigfaltigkeit ihrer Benutzung ist jedoch ihr Vorhandensein in der Fahrbahn der Straßen für den Verkehr hinderlich, daher sie ihren Platz am besten am Rande der Trottoirs finden.

Die Konstruktion derselben ist an den verschiedenen Orten ziemlich verschieden. Von einem beständigen Ausfluß kann hier keine Rede sein, der Hahn muß daher des Frostes wegen in genügender Tiefe unter der Oberfläche liegen, und es darf kein Wasser über demselben stehen bleiben.

In England, wo der Frost nicht sehr tief eindringt, befindet sich der, in einem Kugelventil, das durch den Wasserdruck der Leitung geschlossen gehalten wird, bestehende Hahn gewöhnlich in einem engen Schacht 2—3 Fuß unter der Oberfläche, und es verlängert sich die Leitung nicht bis über den Hahn hinauf. Zum Gebrauch wird auf die Mündung ein bewegliches Rohr mit Bajonetverschluß aufgesetzt, das einige Fuß über den Boden emporragt, oben eine oder zwei Oeffnungen mit Schlauchgewinden zum Anschrauben der Schläuche hat. Dieses aufgesetzte Rohr oder Standrohr enthält im Innern seiner ganzen Länge nach eine Schraube, welche durch eine Stopfbüchse oben hinausragt, und hier mit einem Handgriff versehen ist. Durch ein Drehen dieser Schraube wird die Kugel des unten befindlichen Ventils hinuntergedrückt, damit der Hahn geöffnet. Nach geschehenem Gebrauch wird die Schraube losgelassen, die Kugel schließt die Oeffnung und das aufgesetzte Rohr wird wieder weggenommen, wobei von selbst alles über dem Hahn befindliche Wasser abfließt.

Wenn diese Einrichtung bei geringer Tiefe des Hahnes statthaft sein mag, wo solcher noch mit der Hand zu erreichen ist, wo sich Unregelmäßigkeiten demnach leicht beobachten und beseitigen lassen, so zeigt sie bei tieferer Lage, die in kalten Gegenden nothwendig wird, manigfache Nachtheile. Der Schacht füllt sich zuweilen mit Wasser, das keinen Ablauf findet. Die Fläche, an welche sich das bewegliche Rohr anschließen soll, wird kothig, so daß kein gehöriger Verschluß mehr stattfindet, das Befestigen des Rohres selbst ist in so bedeutender Tiefe ziemlich schwierig, und es haben die Erfahrungen in Altona wirklich ergeben, daß diese Hähne solchen nachstehen, bei denen der bewegliche Theil sich unmittelbar unter der Bodenfläche auf die feste Leitung aufsetzt.

Man hat daher den Hahn oder das Ventil in die des Frostes wegen nothwendige Tiefe gelegt, jedoch die feste Leitung über demselben noch bis unmittelbar unter die Bodenfläche verlängert. Für den Hahn kann auch hier wieder kein gewöhnlicher Drehhahn dienen, sondern es ist ein Schraubhahn nothwendig, sei solcher nun ein Schieberhahn, wie bei den größern Absperrhähnen, oder ein Ventilhahn. Da die Ventilhähne im Allgemeinen einfacher und billiger sind als die Schieberhähne, auch der Wasserdruck immer nur von einer Seite her stattfindet, werden sie im Allgemeinen hier eher Verwendung finden als die letztern. Dabei ist die Anordnung entweder so, daß sich das Ventil durch den Wasserdruck selbst schließt und durch Niederdrücken mittelst einer Schraube geöffnet wird, oder daß die Schraube das Ventil dem Wasserdruck entgegen zudrückt, und ein Oeffnen durch Lösen der Schraube erfolgt. Im ersteren Fall wird sich ein todter Gang in der Schraube durch einen plötzlichen Schluß und daher durch einen heftigen Widderstoß bemerkbar machen. Die Bewegung des Ventils geschieht durch eine bis auf die Bodenfläche reichende Verlängerungsstange der Schraubenspindel. Ueber dem Hahn verlängert sich das Auslaufrohr ebenfalls bis unmittelbar unter die Bodenfläche.

Nach Art der beschriebenen englischen Feuerhähne wird an manchen Orten hier ebenfalls mit einer Art Bajonettverschluß ein Standrohr aufgesetzt, das bis einige Fuß über den Boden reicht und dort 2 Oeffnungen mit Schlauchgewinden hat, von denen die eine bei Benutzung eines einzigen Schlauches mittelst einer Kapsel geschlossen ist.

Wenn bei allen dergleichen Vorrichtungen möglichste Einfachheit vortheilhaft ja nothwendig ist, muß man dieses Standrohr als überflüssig bezeichnen, da man die Schläuche ebensogut unmittelbar an den mit Schlauchgewinden versehenen Auslauföffnungen im Boden anschrauben kann. Man braucht bloß das Rohrstück über dem Ventil in zwei Mündungen zu verzweigen, ohne daß dadurch die Ausgabe vermehrt oder die Einrichtung komplizirter würde.

Hat ein Anschrauben des Standrohres in beträchtlicher Tiefe unter dem Boden allerdings seine Nachtheile, so ist doch ein Anschrauben der Schläuche unmittelbar an der Bodenfläche fast ebenso leicht, als am Standrohr. Schädliche Brüche in den Schläuchen beim Uebergang aus der senkrechten in die horizontale Lage lassen sich mit nur einiger Sorgfalt leicht vermeiden. Dabei erreicht man

den großen Vortheil, an jedem Feuerhahn jeden beliebigen Schlauch befestigen und mit einem einfachen Schlüssel das Ventil öffnen zu können, ohne auf Benutzung der immer nur in geringerer Anzahl vorhandenen Standrohre angewiesen zu sein.

Wenn unter Beibehaltung der Standrohre nicht alle Vortheile der Feuerhähne völlig ausgenutzt werden, so wird ein ähnlicher aber noch wichtigerer Fehler häufig darin gemacht, daß man mit den Gewinden der Feuerhähne nicht auf die Gewinde des Feuerwehrmaterials Rücksicht nimmt. Wie bei den Schießwaffen ist hier die Kalibereinheit geboten, alle Feuerhähne in Straßen und Privatgrundstücken sollen die gleichen Gewinde haben wie die Schläuche der Feuerspritzen, und allfällig in Privathänden befindliche Schläuche, und selbst wenn deren Kaliber etwas eng ist, wäre doch ein Druckverlust von weniger Nachtheil, als die Einführung verschiedenen Materials. Bei der neuen Wasserversorgung in Basel, wo die Schläuche der Feuerhähne einen ganz anderen Kaliber als diejenigen der Feuerwehr haben, ist in dieser Hinsicht auffallend gefehlt worden.

Beim Schließen des Hahns und Abschrauben der Schläuche bleibt das Röhrenstück über dem Ventil noch mit Wasser gefüllt, für dessen Ablauf gesorgt werden muß. Dieß geschieht entweder durch einen kleinen, unmittelbar über dem Ventil befindlichen Drehhahn oder selbstwirkend durch eine beim Oeffnen des Ventils sich schließende, bei geschlossenem Ventil dagegen ins Freie mündende kleine Oeffnung. Diese Oeffnung kann entweder in der das Ventil bewegenden Schraube angebracht sein, und sich beim Aufschrauben durch den Eintritt in die Schraubenmutter schließen, es kann ein Stift in eine kleine Oeffnung treten, und solche schließen oder ebendasselbe durch einen Kolben geschehen.

Die selbstwirkenden Vorrichtungen sind einem kleinen Hähnchen weit vorzuziehen, da man letzteres allzuleicht zu öffnen vergißt. Für gehörige Ableitung des Wassers muß selbstverständlich gesorgt werden.

Die Feuerhähne werden vielerorts in gemauerten Schächten angebracht. Bei solider Konstruktion hat jedoch ein Einfüllen mit Erde keine Nachtheile und gewährt eine beträchtliche Ersparniß; überdieß läßt sich, wie für die Zürcher Feuerhähne vorgeschlagen wird, die Einrichtung leicht so treffen, daß alle beweglichen Theile durch das Steigrohr ausgehoben und so untersucht werden können, und

die Verpackungen an der Oberfläche sich befinden, wo jede Undichtheit leicht entdeckt wird.

Der Preis dieser Feuerhähne mit allen Nebentheilen und dem gußeisernen Kästchen und Deckel wird sich auf Frk. 120 per Stück stellen. Feuerhähne für Standröhren stellen sich ohne das letztere etwas billiger, auf Fr. 80 bis 90.

Wenn oben ein Druck von 150′ verlangt und die Wassermenge auf 15 Kubikfuß per Minute festgesetzt wurde, so bedingt dieß bei einem Wendrohr ein Mundstück von 6‴, bei zweien solche von 4‴, wie sie bei den zürcherischen Feuerspritzen wirklich bestehen.

Der Nutzen dieser Feuerhähne ist ein ungemein großer und fällt namentlich bei kleineren Städten, welche keine stehende Feuerwehr haben, sehr ins Gewicht. Stehen die Angestellten des Brunnenwesens mit der Polizei in gehöriger Verbindung, und befinden sich auf den Polizeiposten leichte Wagen mit Schlauchrollen, so braucht es nur einer Anzeige daselbst, um in wenigen Minuten an jeder beliebigen Stelle zwei Wasserstrahlen zu erhalten, wie sie sonst nur durch 2 Feuerspritzen mit langsam beizubringender Mannschaft hervorgebracht werden können. Es genügt die fortgesetzte Thätigkeit weniger Polizei- und Brunnenangestellter, um die Zahl dieser Wasserstrahlen noch beträchtlich zu vermehren und gleichmäßig und ununterbrochen eine Wasserlieferung zu bewirken, wie sie sonst kaum mit großem Lärm und Zeitverlust durch Inanspruchnahme der ganzen Bevölkerung beschafft werden konnte. Die geringe Zahl des nöthigen Personals gestattet eine passende Auswahl desselben, sowie schnellere und bessere Durchführung der von den leitenden Personen ertheilten Befehle. Es ist auf diese Art nicht nur eine leichtere Bewältigung des ausgebrochenen Feuers, sondern auch eine Verminderung des durch Uebermaaß von Wasser angerichteten Schadens möglich, überhaupt ein Grad gleicher oder größerer Vollkommenheit, wie er bei den besteingerichteten, stehenden Feuerwehren gedenkbar ist. Eine merkliche Abnahme in der Zahl der zum Ausbruch gelangenden Brandfälle begleitet überall die Einführung der Wasserversorgungen mit hinreichenden Feuerhähnen und guter Organisation, begründet eine Erniedrigung der Assekuranzprämien für solcher Orte oder berechtigt bei festen Prämien und obligatorischer Betheiligung zu der Forderung, daß sich die Assekuranzinstitute mit namhaften Beträgen betheiligen.

Einrichtungen für Abgabe des Wassers in die Häuser.

Wenn nach dem Früheren die Hausabgabe, abgesehen von dem Wasser zu öffentlichen Zwecken, eigentlich die einzig richtige Verwendung des Wassers ist, frägt sich, ob mit deren Durchführung nicht anderweitige Nachtheile verbunden seien. Oft hört man sehr entschieden die Ansicht aussprechen, es seien die Hausleitungen durch die von ihnen verursachte Feuchtigkeit in sanitarischer Hinsicht nicht nur kein Vortheil, sondern ein entschiedener Nachtheil, und es möge sich eine Durchführung derselben wohl in England bewähren, nicht aber in andern Ländern. Dieser Einwurf erhält vermehrtes Gewicht durch die Art wie gewöhnlich die Wasserversorgungen eingeführt werden. Die Frage der Kanalisation erscheint vielerorts zu schwierig, als daß man sich zu einer schnellen Lösung derselben entschließen könnte, die allgemeine Stimmung verlangt dringend nach einer Wasserversorgung, und man macht sich an die letztere, ohne mit der erstern ins Reine gekommen zu sein.

So werden denn in den Häusern Zweigleitungen erstellt, ohne daß man für das Wasser einen rechten Ausweg weiß, die vorhandenen Abläufe für das Küchenwasser sind theilweise schlecht und ohne gehörige Verbindung mit den Abzugskanälen, man glaubt mit einer gehörigen Zuleitung des Wassers genug gethan zu haben, und es mangeln für eine gehörige Ableitung ebensosehr der rechte Wille als die Kenntnisse. Unmöglich können unter diesen Umständen die verschiedensten Uebelstände ausbleiben. Die Fußböden faulen in Folge von Durchnässung und die Häuser an sich werden feucht. Die Abtrittgruben und die Sammelgruben für das Küchenwasser füllen sich zu schnell, die Unannehmlichkeiten und Kosten von deren Leerung wiederholen sich daher um so häufiger, und die Hausbesitzer fangen bald an, die Erleichterung des Wasserverbrauches zu bedauern. Sofern die Hausleitungen wirklich von Nutzen sein sollen, ist daher eine unerläßliche Bedingung, daß gleichzeitig auch für eine gehörige Ableitung des Wassers aus den Häusern und Grundstücken gesorgt werde, und daß jeder Auslauföffnung der Wasserleitung eine Oeffnung zur Aufnahme des gebrauchten Wassers und Abführung desselben in die Abzugskanäle entspreche, daß man daher über Anlage der letztern im Klaren sei.

In einer Beziehung bieten die englischen Wohnungen allerdings der Einführung der Wasserleitungen einen wesentlichen Vortheil dar, der sich anderswo nicht findet, nämlich in der Lage der Küchen, Wasch- und Baderäume im Kellergeschoß, welche bei der Abtheilung der Gebäude in Einzelnwohnungen ganz allgemein ist. In diesen Räumen wird das meiste Wasser benutzt und ohne den geringsten Nachtheil auf den Boden verschüttet. Dieser besteht ganz aus Steinen oder Schieferplatten, ohne Holzunterlage, ist keinen Erschütterungen unterworfen, daher leicht wasserdicht zu erstellen. Anders ist dieß gewöhnlich in den nach Etagen in Wohngemächer eingetheilten Häusern des Festlandes. Hier befinden sich die Küchen in den einzelnen Etagen und es sind die auf hölzernen Balken ruhenden Backstein- oder Plattenboden derselben in Folge der manigfachen Erschütterungen, denen sie unterliegen, keineswegs wasserdicht. Häufige Wäschen, bei denen immer viel Wasser verschüttet wird, sind daher entschieden nachtheilig. Soll für dergleichen Häuser durch Erleichterung des Wasserverbrauches mit Hausleitungen kein Schaden entstehen, so ist es nothwendig, durch Anweisung einer im Erd- oder Kellergeschoß liegenden Waschküche das Waschen in den verschiedenen Etagen möglichst zu beschränken. Eine solche Vorkehrung liegt aber ohnehin im Interesse der Hausbesitzer und kann daher nicht als ein Nachtheil der Einführung des Wassers in die Häuser angesehen werden.

Mit Rücksicht auf die Abgabe des Wassers in die Häuser lassen sich die Wasserversorgungen nach zwei verschiedenen Richtungen unterscheiden, einerseits in solche mit konstanter Wasserlieferung gegenüber denjenigen mit unterbrochener Wasserlieferung, anderseits in solche mit unbeschränkter Wasserabgabe gegenüber denen mit beschränkter Wasserabgabe.

Die konstante Wasserlieferung gestattet sowohl die unbeschränkte als die beschränkte Wasserabgabe. Doch läßt nur die erstere die Vortheile des Systems ganz zur Geltung kommen und es weist die beschränkte Wasserabgabe mit konstanter Wasserlieferung fast die gleichen Nachtheile wie die unterbrochene Wasserlieferung auf.

Bei der konstanten Wasserlieferung ist das Wasser in den sämmtlichen Leitungen je nach der beschränkten oder unbeschränkten

Wasserabgabe bis an den Eingang der Häuser oder bis in die einzelnen Röhrenzweige im Innern derselben beständig im Druck. Wo auf dieser Strecke ein Hahn geöffnet wird, erfolgt ein Wasserablauf, der bis auf das Maximum des Lieferungsvermögens dieses Hahns steigt. Jeden Augenblick kann man also direkt aus der Wasserleitung das benöthigte Wasserquantum beziehen und es beruht die Ausgleichung des Bedarfes zu verschiedenen Zeiten auf den großen Vertheilungsreservoiren der Wasserleitung selbst. Offene Hähne fließen den ganzen Tag gleichmäßig.

Bei der unterbrochenen Wasserlieferung werden die Leitungen für die verschiedenen Stadttheile in einer bestimmten Reihenfolge nur für eine beschränkte Zeit dem Wasserdruck geöffnet, während der übrigen Zeit sind die betreffenden Röhren durch die Absperrhähne geschlossen und es entleert sich die Leitung durch die tiefsten Mündungen. Eine Wasserabgabe in den Häusern sowohl als auf den Straßen ist daher nur während jener beschränkten Zeit des vollen Druckes möglich, und es sind die Konsumenten genöthigt, während dieser Zeit so zu sagen auf einmal den Bedarf für den ganzen Tag zu beziehen und in Reservoire aufzufassen, um ihn im Laufe des Tages je nach Bedürfniß aufzubrauchen. Die Vertheilung des Verbrauches auf den Zeitraum eines Tages beruht also ausschließlich auf den Reservoiren in den Häusern, deren Inhalt wenigstens dem größten täglichen Bedarf entsprechen muß. Wird ein solches Reservoir durch ausnahmsweis großen Verbrauch vor der Zeit geleert, so ist bis zur nächsten Füllungszeit keine Möglichkeit, neues Wasser zu erhalten.

Dieses System erheischt die Thätigkeit einer Zahl Angestellter, welche den verschiedenen Quartieren der Reihe nach ihr Wasser geben und nach Ablauf der bestimmten Zeit die Hähne wieder schließen.

Bei unbeschränkter Wasserabgabe erstreckt sich der Druck durch die ununterbrochenen Leitungen bis in die einzelnen Zweige der Hausleitungen und zu deren äußersten Ausläufen. In jedem beliebigen Augenblick wird dort das ganze, dem vollen Druck der Leitung und der Weite der Oeffnung entsprechende Wasserquantum direkt aus der Leitung entnommen und es strömt der ganze Bedarf ununterbrochen aus dem allgemeinen Vertheilungsreservoir zu, dem dabei die Ausgleichung der Schwankungen im Verbrauche der einzelnen Häuser zufällt. Reservoire in den Häusern sind daher ganz

unnöthig und es kann das Wasser nie mangeln. Bleiben bei diesem System Hähne den ganzen Tag geöffnet, so verursachen sie einen sehr bedeutenden Wasserverlust, dessen Betrag ohne Aufstellung besonderer Wassermesser nicht ermittelt werden kann.

Dieses System der unbeschränkten Abgabe ist selbstverständlich nur bei ununterbrochener Wasserlieferung möglich.

Um den Verlürsten durch offenstehende Hahnen zu begegnen und zugleich auch eine einfache Messung der im Ganzen gelieferten Wassermenge zu bewirken, ist das System der beschränkten Wasserabgabe mittelst Kaliberhähnen eingeführt worden. Am Anfang der Privatleitungen befindet sich ein Hahn mit einer kleinen Oeffnung von bestimmter Weite, welche in einer gegebenen Zeit bei dem vorhandenen unveränderlichen, durch die Höhe des Hauses gegenüber dem Reservoir bedingten Druck eine bestimmte, unveränderliche Wassermenge durchfließen läßt. Durch passende Wahl der Weite der Oeffnung läßt sich die Durchflußmenge reguliren und es kann mit Berücksichtigung der Verschiedenheiten im Druck jedem Grundstück das Wasserquantum zugetheilt werden, welches dessen Besitzer verlangt. Indem hier nach Art der laufenden Brunnen durch den Kaliberhahn ununterbrochen, während Tag und Nacht, eine bestimmte, unveränderliche Wassermenge der Hausleitung zufließt, würde ohne Aufstellung eines Ausgleichungsreservoirs einerseits ein großer Wasserverlust entstehen, andrerseits könnte nie mehr als das in der entsprechenden Zeit zuströmende, kleine Wasserquantum aus der Leitung bezogen werden, was bei mehreren Etagen und verschiedenen Auslauföffnungen die mannigfachsten Nachtheile zur Folge hätte. Zur Ausgleichung der Verschiedenheiten im Verbrauch ist somit die Anlage eines Reservoirs in der obersten Etage jedes Hauses nothwendig, so daß dieses System sich demjenigen mit unterbrochener Wasserlieferung nahezu gleich stellt. Bei letzterem wird die Füllung der Reservoire einmal täglich durch einen starken Zulauf, bei dem vorliegenden System durch einen ununterbrochenen schwachen Strahl geschehen. Auf die Größe des Reservoirs ist dieß von einigem Einfluß, da solches in jenem Fall dem ganzen täglichen Bedarf, in letzterem dagegen nur ungefähr der Hälfte desselben zu entsprechen hat; Kosten und Umständlichkeit der Einrichtung werden dagegen nicht wesentlich betroffen, da sie, sobald einmal ein Reservoir unausweichlich ist, sich nicht stark mit dessen Größe ändern.

Ein ziemlich gewichtiger Unterschied der beiden Systeme liegt

darin, daß bei der unterbrochenen Wasserlieferung das Wasser in der Zuleitung im Hause selbst während der Zeit der Lieferung unter vollem Drucke steht, in der übrigen Zeit dagegen ganz zurückfließt, so daß jeder Druck aufhört, während bei den Kaliberhähnen der Druck der Leitung durch letztere aufgehoben wird, so daß derjenige in der Hausleitung nur der Höhe des Hausreservoirs entspricht, dafür aber nie aufhört. Aus diesem Grunde werden bei der unterbrochenen Wasserlieferung, sofern man sich wenigstens nicht auf das ungewisse Spiel eines am Eintritt ins Haus angebrachten, nach Innen sich öffnenden, nach Außen dagegen schließenden Ventils verlassen will, eine besondere Steigleitung ins Reservoir und von diesem ausgehende Vertheilungsröhren zu den Auslaufhähnen nothwendig, während sich die Vertheilungsröhren bei der beschränkten Wasserabgabe unmittelbar von der Steigleitung abzweigen können, so daß das Reservoir am Ende derselben bloß das unterwegs nicht verbrauchte Wasser aufnimmt und bei steigendem Verbrauch durch die Steigleitung selbst wieder abfließen läßt. Das Hausreservoir versieht in diesem Falle ganz den gleichen Dienst wie ein am Ende der Hauptleitung liegendes Vertheilungsreservoir einer größern Wasserversorgung.

Trotz dieser Verschiedenheiten dürfte es gerechtfertigt sein, diese beiden Systeme zusammen zu fassen und die Hausleitungen in zwei Systeme abzutheilen:

1. solche, bei denen Hausreservoire erforderlich sind;
2. solche, bei denen die Wasserentnahme unter allen Umständen direkt aus der Leitung geschieht.

Hinsichtlich der zu liefernden Wassermenge, soweit solche von dem System an sich, ohne Rücksicht auf mögliche Mißbräuche abhängt, soll bei der direkten Wasserabnahme ohne Reservoir jederzeit das wirklich nothwendige Wasser aus der Leitung entnommen werden, so daß keinerlei Verschwendung nothwendig ist. Bei der unterbrochenen Abgabe muß das Reservoir das Wasser für einen Tag und zwar, da sein Fassungsvermögen unveränderlich ist, den größten zufälligen Tagesbedarf enthalten. Aus dem Reservoir braucht nicht mehr als der wirkliche Bedarf entnommen zu werden und es ersetzt sich bei jeder neuen Füllung einfach der Verbrauch des vorigen Tages, so daß hier theoretisch ebenfalls kein Wasserverlust stattfindet. Bei der ununterbrochenen beschränkten Wasserabgabe mit Kaliberhahn muß, da das Reservoir kleiner ist, immer der größt-

mögliche tägliche Bedarf zufließen, sobald bei großer Entnahme nicht ein vorübergehender Wassermangel eintreten soll. Gewöhnlich geht nun der Ueberschuß dieses größten Bedarfes über den gewöhnlichen unbenutzt verloren und es hat dieses System einen Wasserverlust zur nothwendigen Folge, dem nur durch Nebenanlagen vorgebeugt werden kann, welche die Uebelstände des Systems der unterbrochenen Wasserabgabe theilen.

Auch in andern Hinsichten erweist eine genaue Prüfung die Systeme mit Hausreservoiren als die unvollkommneren, so daß sie zuerst betrachtet werden sollen, um von ihnen zum vollkommneren überzugehen.

Hausversorgung mit Cisternen oder Hausreservoiren.

In Verbindung mit der unterbrochenen Wasserlieferung, intermittent supply, findet sich diese Einrichtung namentlich in London; in Verbindung mit den Kaliberhähnen bildet sie das eigentlich französische System und ist in Paris, Marseille und Genf ausschließlich durchgeführt, überwiegt auch in Lyon. In Brüssel und Basel wurden nach diesem System einzelne bleibende Wasserrechtskonzessionen ertheilt, während dagegen das andere System das überwiegende ist.

Den Hauptbestandtheil des Systems bildet das Reservoir, das entweder in der obersten Etage oder im Dachboden aufgestellt ist. Es besteht gewöhnlich aus einem hölzernen Kasten mit Ausfütterung von Blech. Bleiblech, das wohl zuweilen angewendet wird, ist zu diesem Zweck ganz untauglich, da sich das durch Einwirkung der Luft und des Wassers entstehende giftige Bleioxyd im Wasser löst. Es wird später von dem eben so oft behaupteten als bestrittenen, giftigen Einfluß der bleiernen Leitungsröhren auf das Wasser die Rede sein. Bei einer Ausfütterung der Reservoire, die oft mit der Luft und nachher wieder mit Wasser in Berührung kommen, ist eine solche Gefahr wirklich vorhanden. Eine Zinkfütterung hat diesen Nachtheil nicht und gewährt vollständige Sicherheit.

Bei der unterbrochenen Wasserlieferung gelangt das Wasser in vollem Druck durch eine obere Ausflußröhre in das Reservoir und füllt dasselbe je nach seinem Inhalt und seiner höhern oder tiefern Lage in kürzerer oder längerer Zeit. Das Wasser, das nach geschehener Füllung bis zur Zeit der Abschließung der Leitung ferner noch zuströmt und durch einen Ueberlauf mit besonderer Ab-

leitungsröhre in den Abzugskanal abfließt, würde verloren gehen. Es ist daher zur Vermeidung des Verlustes nöthig, den Zufluß in dem Augenblick zu schließen, wo das Reservoir voll ist und kann dieß durch einen Schwimmhahn geschehen, der durch einen am Ende mit einer hohlen Metallkugel versehenen Hebel geöffnet und geschlossen wird. Indem die Kugel auf dem Wasser schwimmt, hebt sie bei dessen Steigen den Hebel und schließt auf einer gewissen Höhe, bei vollem Reservoir, den Hahn ganz ab. Mit dem Sinken des Wasserspiegels sinkt die Kugel und öffnet auch den Hahn wieder. Ist die Zeit der Wasserlieferung vorbei und wird die Hauptleitung abgeschlossen, so entleeren sich alle Steigleitungen durch die tiefste Ausflußöffnung. Deßhalb muß die Zuflußöffnung nothwendig über dem Wasserspiegel im Reservoir liegen, so daß die Anbringung von Zweigleituugen unmittelbar von der Steigleitung aus unthunlich ist. Vom Reservoir aus geht daher außer der Ueberlaufröhre eine besondere Ablaufröhre, welche sich nach den verschiedenen Ausflußöffnungen verzweigt.

Bei gehöriger Wirkung des Schwimmerhahns kann bei jeder Füllung bloß der einfache Inhalt des Reservoirs zufließen, dagegen durch den Ueberlauf gar nichts verloren gehen. Letzterer darf dessenungeachtet nicht wegbleiben, wenn nicht die geringste Undichtheit des Schwimmerhahns eine Ueberschwemmung des Hauses veranlassen soll. Da einerseits ein fortgesetzter Zulauf und Ablauf die Erneuerung des Wassers im Reservoir befördert und sehr zur Verbesserung des Wassers beiträgt, andrerseits das durch den Ueberlauf fließende Wasser in den Abzugskanal gelangt, solchen ausspühlt, die darin enthaltene Luft reinigt und die Wirkung der Wasserabschlüsse gegen die großen Kanäle hin vermehrt, zeigt sich bei den Bewohnern der Häuser bald das Bestreben, möglichst viel Wasser durchfließen und in deu Kanal gelangen zu lassen. Ein Hinunterbinden oder Beschweren der Kugel des Schwimmhahns genügt, die Wirkung desselben aufzuheben und es fließt Wasser zu und durch den Ueberlauf ab, so lange solches überhaupt in der Zuleitung vorhanden. Daher rührt denn auch der große Wasserverlust, der selbst bei diesem Systeme stattfindet und wie früher angegeben den Gesammtverbrauch in einzelnen Theilen Londons bis auf 180 und 300 Maaß per Kopf und Tag ansteigen läßt. Jede besorgte Hausfrau oder Dienstmagd weiß den Vortheil einer gehörigen Spühlung des

Reservoirs und des Abzugskanales recht wohl zu schätzen und ist in der Auswahl der Mittel dazu nicht gar zu ängstlich.

Bei dem Hausverbrauch selbst erlaubt dieses System keine Verschwendung, da sich solche durch Leerwerden des Reservoirs und durch gänzlichen Mangel an Wasser selbst strafen würde.

Bei dem System der Kaliberhähne befindet sich der Kaliberhahn auf der Zweigleitung unmittelbar vor ihrem Eintritt in das Haus oder Grundstück. Er besteht gewöhnlich in einem Doppelhahn mit zwei Drehhähnen, von denen der eine als Absperrhahn, der andere als Regulirhahn dient. Die messende Oeffnung ist entweder einfach durch den einen Zapfen gebohrt oder es wird in letztern ein Porzellanknopf mit kleiner Oeffnung befestigt. Letzteres ist in Marseille nothwendig, wo das unreine Wasser eine Oeffnung in bloßem Metall viel zu schnell ausfressen würde, in Paris, Lyon und Genf genügt dagegen die einfachere Einrichtung.

Die Kaliberhähne heben den Druck der Hauptleitung auf, indem sie bloß eine, durch die Weite der Oeffnung und die Höhendifferenz des Druckes in der Leitung gegenüber dem Druck vom Hausreservoir her bestimmte, unveränderliche Wassermenge durchfließen lassen; der Druck innerhalb des Hahns entspricht an jeder Stelle der Tiefe unter dem Hausreservoir. Vom Kaliberhahn aus geht die Steigleitung bis ins Reservoir und kann entweder oben oder in der Sohle desselben ausmünden. Ein Abschluß ist hier nicht nöthig. Da dem Hause ein bestimmtes Quantum Wasser zugemessen ist und unter allen Umständen bezahlt werden muß, kann der Besitzer dasselbe beliebig verwenden und darf es, wenn er es nicht selbst braucht, in den Abzugskanal abfließen lassen. Die Anbringung eines Schwimmerhahnes kann daher nicht verlangt werden oder müßte jedenfalls auf Kosten der Wasserversorgung geschehen. Um so nothwendiger ist dagegen ein Ueberlauf, der das nicht konsumirte Wasser dem Abzugskanale zuführt. Wie früher bei den Wasserthürmen eine besondere Steigröhre und eine Abfallröhre angeordnet wurde, geschieht dieß wohl auch hier, so daß das Wasser aus dem Reservoir durch eine besondere Röhre mit Abzweigungen in die verschiedenen Räume geleitet wird. Dieß ist jedoch wie schon oben bemerkt unnöthig, da die Abzweigungen ohne irgend welchen Nachtheil an der Steigröhre angesetzt werden können. Es wird dadurch eine der Höhe des Hauses entsprechende Röhrenlänge erspart.

Das System der Reservoire in den Häusern, sei solches nun dasjenige der unterbrochenen Wasserabgabe oder der Kaliberhähne, hat verschiedene, in der Nothwendigkeit der Reservoire liegende Nachtheile, nämlich:

1. Die Kosten und Unannehmlichkeiten des Reservoirs. Soll letzteres zu keiner Wasserverschwendung und auch zu keinem Wassermangel bei ausnahmsweis großem Bedarf Anlaß geben, so muß es bedeutend groß und schwer sein, verursacht deshalb beträchtliche Auslagen und ist schwierig aufzustellen.

2. Die Veränderungen sowohl bezüglich der Temperatur als der Qualität, denen das Wasser im Reservoir unterliegt. Seiner Größe wegen muß letzteres gewöhnlich seinen Platz unter dem Dach in irgend einer Ecke finden, an einem Orte, wo sich die Temperaturänderungen, namentlich die Kraft der Sonnenstrahlen am stärksten geltend machen. Das Wasser ist hier im Sommer einer starken Erwärmung, im Winter dagegen dem Froste ausgesetzt, der leicht ein Einfrieren in den Hausleitungen und ein Zerspringen derselben veranlaßt. Diese Gefahr ist ohnehin eine der bedenklichsten für die Wasserversorgungen und deßhalb jede Einrichtung, welche sie vermehrt, fehlerhaft.

Bei mäßigem Verbrauch stagnirt das Wasser immer längere Zeit in dem nothwendig für den größten Verbrauch eingerichteten Reservoir, giebt hier zu Ablagerungen, wohl auch zu Pflanzenbildungen Anlaß, welche meist längere Zeit nicht bemerkt werden und sich daher immer mehr ausdehnen. Die schlechte Beschaffenheit eines großen Theils des in London verbrauchten Wassers, das nach seiner Filtration durch Sand und Kies klar und rein war, ist anerkannter Maaßen die Folge der unreinen Cisternen in der Mehrzahl der Häuser und der geringen Sorgfalt, welche im Allgemeinen auf die Reinigung dieser den Blicken entzogenen Cisternen verwendet wird.

3. Die Abhängigkrit, in der die Bewohner der verschiedenen Stockwerke zu einander stehen.

Die Ausgleichung der Verschiedenheiten im Wasserbedarf findet hier im Bereiche eines einzelnen Grundstückes, zwischen den dasselbe bewohnenden Familien durch das kleine Hausreservoir statt. Bei einem etwas gesteigerten Bedarf in einer Etage geht der andern das Wasser aus; noch mehr ist dieß der Fall, wenn zufällig in zwei Etagen gleichzeitig außergewöhnlich viel Wasser gebraucht wird. Aeußerst unangenehm wird dieser Wassermangel in Water-

closets, welche bei ungenügender oder zeitweise ganz ausbleibender Spühlung statt einer Verbesserung eher eine Unannehmlichkeit sind.

4. Die Unmöglichkeit eines momentanen großen Wasserbezuges. Bei Brandfällen wird es nothwendig, augenblicklich über sehr viel Wasser verfügen zu können. Ist die Cisterne geleert, so hat man hier entweder gar kein Wasser oder nur den sehr schwachen Zufluß durch den Kaliberhahn, und sieht sich bis zum Erscheinen der Brunnenangestellten oder der Feuerwehr aller Mittel gegen einen Feuerausbruch entblößt, wie wenn die Wasserversorgung gar nicht eingerichtet wäre.

Den gerügten Uebelständen, namentlich der Abhängigkeit der verschiedenen Etagen von einander, hat man dadurch abzuhelfen gesucht, daß außer der großen Cisterne am obersten Punkt der Hausleitung, an verschiedenen andern Orten, überall da, wo ein häufiger Bezug stattfindet, wie in Küchen, Water-closets und dergleichen, noch kleinere Cisternen angebracht werden, die mit einem Schwimmerhahn versehen sind. Bei Ankunft des Wassers werden sich diese von unten anfangend füllen, indem das Wasser je in die nächsthöhere Cisterne strömt, wenn sich der Schwimmerhahn der untern in Folge vollständiger Füllung geschlossen hat. Erst zuletzt gelangt das Wasser ins oberste Reservoir.

Der Abhängigkeit der verschiedenen Etagen wird auf diese Weise nur sehr mangelhaft, jedenfalls nur so weit abgeholfen, als der Inhalt der kleinen Cisternen ausreicht. Haben sich eine oder mehrere der letztern geleert, so füllen sich immer die untersten zuerst wieder, und wenn bei diesen ein fortwährender Gebrauch stattfindet, gelangt gar kein Wasser mehr in die obern Cisternen und das Hauptreservoir. Nach einmaliger Leerung ist also die Vertheilung ganz dieselbe, wie wenn nur das Hauptreservoir vorhanden wäre, und es müßten die Nebenreservoire, um dauernd zu wirken, die Größe erhalten, welche für das Hauptreservoir nöthig gefunden wurde, wo dann das letztere ganz überflüssig würde. Die Erstellung vieler größerer Reservoire hätte aber nicht nur sehr bedeutende Kosten, sondern die schon erwähnten Unannehmlichkeiten eines Reservoirs noch in höherm Grade zur Folge, so daß die gerügten Uebelstände der Cisternenversorgung in ihrem ganzen Gewicht bestehen bleiben. Einzig der Vortheil wird dadurch erreicht, daß der Wasserdruck auf die einzelnen Ausflußöffnungen noch mehr vermindert wird als bei einem Reservoir, indem derselbe jetzt nur der

Höhe der Nebencisternen über den betreffenden Oeffnungen entspricht. Der Nachtheil der Widderstöße bei einem schnellen Schließen der Hähne, der sogar ein Zerspringen der Leitungen zur Folge haben kann, wird dadurch beseitigt und es können hier die gewöhnlichen Drehhähne verwendet werden, die bei jedem höhern Druck unbedingt verwerflich sind.

Hausversorgungen mit direkter Entnahme des Wassers.

Bei dieser Einrichtung zweigen sich in jedem Hause von einer einfachen Steigleitung die mit Hähnen versehenen verschiedenen Nebenleitungen ab. Bei Oeffnung irgend eines Hahnes strömt das Wasser direkt aus der Leitung mit deren vollem Drucke zu, und es findet der Ausfluß mit großer Geschwindigkeit statt. Zu jeder Zeit kann daher eine beliebige Wassermenge entnommen werden und es sind die verschiedenen Ausflußöffnungen von einander so zu sagen ganz unabhängig, so lange überhaupt die großen Vertheilungsreservoire der Wasserversorgung noch Wasser enthalten. Mag daher in einem einzelnen Haus in verschiedenen Etagen gleichzeitig außergewöhnlich viel Wasser verbraucht werden, so wird dennoch die obere Etage nicht durch die untere verkürzt, und es ist die Gefahr beseitigt, daß nach dem Verbrauch eines gewissen Quantums das Wasser ganz ausgeht. Auch bei Brandfällen kann man im Hause selbst unmittelbar über ein unbeschränktes Wasserquantum gebieten.

Die Verschiedenheiten im Verbrauch vertheilen sich hier über die ganze Stadt und gleichen sich darum viel eher aus, als bloß bei den verschiedenen Etagen eines Hauses. Die Vertheilungsreservoire der Wasserversorgung, welche hier die Ausgleichung vermitteln, können mit weniger Kosten und geringeren Unannehmlichkeiten eine genügende Größe erhalten, als bei der Auflösung in eine Menge kleiner Hauscisternen.

Bei diesem System ist die Anlage von Cisternen in den einzelnen Grundstücken ganz unnöthig. Bei Abstellungen der Hauptleitung werden allerdings die von dieser versorgten Häuser ohne Wasser sein, doch sind solche Fälle bei gehöriger Einrichtung nur so selten, und dauern so kurze Zeit, daß sie keine wesentlichen Uebelstände mit sich bringen. Ein System getrennter Trinkbrunnen wird in diesem Falle von besonderem Werthe sein, da während

Reparaturen der andern Leitung hier das unbedingt nothwendige Wasser geholt werden kann.

Sollte man sich zur Vermeidung dieses Uebelstandes doch zur Anlage eines Hausreservoirs entschließen, so muß dasselbe selbstverständlich mit einem gut schließenden Schwimmerhahn versehen sein, der bei gefülltem Reservoir den Zufluß abschließt, dagegen dem Zurückfließen des Wassers durch die Steigleitung bei eintretendem Verbrauch kein Hinderniß entgegensetzt; außerdem muß beim Eintritt der Leitung ins Haus ein Ventil angebracht werden, das sich bei einem von Innen nach Außen gehenden Druck schließt, um ein Auslaufen des Reservoirs bei einer plötzlichen Entleerung der äußern Leitung zu verhüten. Bei dieser Einrichtung stagnirt das Wasser in dem am Ende der Leitung befindlichen Reservoir sehr lange, wird sogar so zu sagen nie erneuert und muß daher bei eintretendem Gebrauch schädlich wirken. Um dieß zu vermeiden müßte alles Wasser durch das Reservoir geführt werden, indem wie bei der unterbrochenen Wasserabgabe eine Steigröhre ins Reservoir und eine besondere Abfallröhre aus solchem angebracht würde. Hiebei gienge aber die Einfachheit der Einrichtung, welche einen wesentlichen Vorzug des Systems der direkten Abgabe bildet, verloren, und es kämen mehrere der Uebelstände, welche bei dem System der Cisternen gezeigt wurden, zur Geltung. Diese Anlage ist daher äußerst selten gerechtfertigt.

Uebelstände, welche bei der einfachen Einrichtung dem System der direkten Wasserabgabe anhängen, sind die Widderstöße beim Schließen der Hähne und die Leichtigkeit einer Wasserverschwendung.

Widderstöße. Beim Oeffnen eines Hahnes strömt das Wasser unter dem vorhandenen hohen Druck mit sehr großer Geschwindigkeit aus, seine lebendige Kraft steht im Verhältniß zum Quadrate dieser Geschwindigkeit oder im geraden Verhältniß zum Drucke, ist beträchtlich groß und übt daher beim plötzlichen Schließen eines Hahns, wo sie ganz durch die Festigkeit der Leitung aufgehoben werden muß, einen heftigen Stoß gegen die Wände der Röhren aus, der bald zu einem Zerplatzen derselben oder zum Undichtwerden der Fugen Anlaß giebt. Bei der direkten Wasserabgabe ist daher ein Hahnensystem nothwendig, bei dem der Ausfluß nur langsam unterbrochen werden kann, was bei den sogenannten Hoch-

druck oder Schraubhähnen der Fall ist. Die gewöhnlichen Drehhähne dagegen sind verwerflich.

Die Schraubhähne werden namentlich in England in großer Vollkommenheit ausgeführt. Mit kleineren Verschiedenheiten bestehen solche in einem Ventil, das durch eine Schraube auf den Ventilsitz gedrückt wird, und zwar in der Regel entgegen dem Wasserdruck, und so den Abschluß bildet. Beim Lösen der Schraube öffnet der Wasserdruck das Ventil, beim Niederschrauben übt er einen Widerstand aus, der einer langsamen Bewegung förderlich ist und den Einfluß allfälliger todter Gänge der Schraube beseitigt.

Auf dieses Prinzip gegründet finden sich die verschiedensten Detailanordnungen der Hähne; man verfertigt solche mit Metallventilen, mit Lederfütterungen, mit Kautschukunterlagen, solche in denen das Ventil selbst nur aus einer großen Kautschukplatte besteht. Ebensogroß ist die Verschiedenheit in der Anordnung der Dichtung zwischen Schraubenspindel und Ventilgehäuse, ohne daß übrigens diese Verschiedenheiten von wesentlichem Einfluß auf die Wirkung der Hähne wären. Die zahlreiche Verwendung dieser Hähne hat in England zur größten Vollkommenheit in ihrer Anfertigung geführt.

Ein Nachtheil der Widderstöße liegt darin, daß die Verwendung selbstwirkender Hähne ausgeschlossen ist, nämlich solcher Ventilhähne, welche durch einen Druck geöffnet werden, deren Ventil sich aber beim Loslassen durch den Wasserdruck oder durch eine Feder sofort wieder schließt. Indem hier ein plötzlicher Verschluß erfolgt, wird dadurch ein heftiger Widderstoß veranlaßt.

Die Einführung der Schraubhähne und die Unzulässigkeit der selbstwirkenden Hähne giebt zu dem zweiten, wichtigsten Uebelstande des vorliegenden Systems, nämlich der Leichtigkeit einer Wasserverschwendung Anlaß. Bei den ersten Untersuchungen über die Wasserversorgung Londons im Jahre 1850 versprach man sich von der Ersetzung der unterbrochenen Wasserlieferung durch die ununterbrochene eine bedeutende Ersparniß, indem man annahm, es werde jetzt das Wasser nicht mehr während der ganzen Lieferungszeit ablaufen, sondern jeweilen nur der wirkliche Bedarf den Hähnen entnommen. Diese Hoffnung ist jedoch eine sehr unsichere, und es wurde deßhalb in London trotz der verschiedenen geschilderten Uebelstände bis in die neuste Zeit noch an dem System der unterbrochenen Wasserabgabe festgehalten.

Zur Verhinderung der Wasserverschwendung sind mancherlei Mittel vorgeschlagen worden, namentlich eine Vorrichtung, welche jedesmal nur ein bestimmtes Wasserquantum zu beziehen gestattet, und es wurden in England manche solche Water Waste Preventers patentirt, jedoch ohne daß einer derselben sich bewährt und allgemeine Aufnahme gefunden hätte. Entweder wirken sie nur theilweise oder sind für die Benutzung zu lästig.

Die Unternehmer von Wasserversorgungseinrichtungen Fortin Herman in Paris schlagen deßhalb einen Apparat vor, durch den der Druck in den einzelnen Ausflußhähnen so vermindert wird, daß die Anwendung selbstwirkender Hähne ohne Widderstöße möglich ist. In jedem Stockwerk wird an der Abzweigung aus der Steigleitung, unmittelbar an der Decke, ein kleiner Vertheilungskasten mit Schwimmerhahn angebracht, aus dem das Wasser für die einzelnen Hähne in dem betreffenden Stockwerk entnommen wird, der daher distributeur d'étage heißt. Der Vertheilungskasten entspricht ganz den Cisternen bei einer Cisternenversorgung, ist jedoch bedeutend kleiner, da er durchaus nicht den Zweck einer Ausgleichung des Wasserverbrauches hat, sondern bloß die stoßweise Bewegung der selbstwirkenden Hähne durch den Schwimmerhahn in eine allmälige übertragen soll. Dazu bedarf es weder einer beträchtlichen Tiefe noch einer bedeutenden Oberfläche des Kastens.

Für gewöhnliche Gemächer genügen runde gußeiserne Gefäße von 6″ Höhe und 9″ Durchmesser. Das Wasser steht in ihnen nicht im Drucke, so daß der Druck auf den einzelnen Hähnen nur der unbedeutenden Tiefe unter dem Wasserspiegel im Vertheilungskasten entspricht, und der Ausfluß mit sehr geringer Geschwindigkeit erfolgt, dabei allerdings zur Lieferung einer gleichen Wassermenge wie bei direkter Entnahme einen größern Kaliber des Hahnes und der Zweigröhren erfordert. Wird ein Hahn geöffnet, so entleert sich der Vertheilungskasten, die Kugel des Schwimmerhahns sinkt und öffnet den Zufluß aus der Hauptleitung, der nun unter großem Druck erfolgt. Bei einem tieferen Sinken der Kugel reicht dieser Zulauf nicht nur für einen, sondern selbst für mehrere gleichzeitig geöffnete Hähnen aus. Beim Fallenlassen des Ventiles im selbstwirkenden Hahn schließt sich dieser und der Ablauf aus dem Vertheilungskasten plötzlich, das Wasser in letzterem steigt, hebt den Schwimmer und schließt in gleichem Maße den Zuflußhahn aus der Hauptleitung. Dadurch wird die Größe des Kastens bedingt, indem der-

selbe in solchem Verhältniß zur Zuflußmenge stehen muß, daß das Steigen des Wasserspiegels mit der nöthigen Langsamkeit stattfindet. Jeder Vertheilungskasten ist mit einem Ueberlauf zu versehen, um ein Ueberfließen bei allfälligem Rinnen des Schwimmerhahns zu vermeiden. Diese Kasten lassen sich ihrer geringen Größe wegen leicht gegen zu starke Temperaturwechsel schützen, und theilen überhaupt die Nachtheile der Cisternen bei einer Cisternenversorgung nicht. Die selbstwirkenden Hähne können bei dem vorhandenen geringen Druck einfach aus einem Ventil bestehen, das von Hand in die Höhe gehoben wird, und freigelassen sich durch sein eigenes Gewicht und den Wasserdruck schließt. Die Kosten eines solchen Vertheilungskastens betragen zirka 60 Frk. und rechtfertigen sich vollkommen durch die erlangten Vortheile, so daß der in einer Verleitung zur Wasserverschwendung liegende Nachtheil des Systems der direkten Wasserabgabe dadurch erfolgreich beseitigt wird.

Zwar ist auch hier ein Aufbinden des selbstwirkenden Hahns möglich, dazu gehört aber nicht bloße Nachlässigkeit, sondern wirklicher böser Wille der sämmtlichen Hausbewohner, und eine Entdeckung und Bestrafung ist viel leichter, als beim bloßen Offenlassen von Schraubhähnen.

Als letzter Schutz gegen die böswillige Wasserverschwendung dient die polizeiliche Aufsicht, indem den Beamten der Wasserversorgung das Recht vorbehalten bleibt, ohne besondere Erlaubniß jene Räume zu betreten, in denen sich Hähne oder überhaupt Versorgungsapparate befinden. Es mag diese polizeiliche Ueberwachung im ersten Augenblicke abstoßend und lästig scheinen, doch spricht die Erfahrung in England, wo sie trotz des mit der größten Bestimmtheit aufrecht gehaltenen Hausrechtes besteht, dafür, daß sie mit Gerechtigkeit und Mäßigkeit gehandhabt keine Last ist.

Wenn sich somit die Nachtheile des Systemes der direkten Wasserabgabe, die Widderstöße und die Verleitung zur Wasserverschwendung beseitigen lassen, bietet dieses System über jedes andere so wesentliche Vortheile, daß es bei jeder neuen Wasserversorgung für den Hausbedarf ganz ausschließlich zur Anwendung kommen sollte. Ist dieß nicht überall geschehen, so liegt der Grund darin, daß der ältern Anschauung, wo auch in Privatgrundstücken laufende Brunnen mit einer gewissen Wasserlieferung per Minute erstellt und bleibend erworben wurden, zu viel Rechnung getragen wird und daß durch Verkauf von solchen bestimmten Wasserrechten bei

Einrichtung von Wasserversorgungen ein Theil der Mittel beschafft werden soll, was bei einem bessern aber weniger bekannten System nicht so leicht geschehen könnte. Auf solche Art wurden in Brüssel und ebenso in Basel an Privaten bleibende, auf das System der Kaliberhähne gegründete Konzessionen verkauft. Wird an solchen Orten das System der direkten Wasserabgabe im Allgemeinen gehörig durchgeführt, so dürften die anfänglichen Käufer bei genauerer Kenntniß den geschlossenen Vertrag sehr bedauern, und sich gerade in Folge ihres Entgegenkommens ungünstiger gestellt sehen als das übrige Publikum.

Bei Einführung einer Wasserversorgung ist für die Wasserabgabe zum Hausgebrauch das System der direkten und unbeschränkten Wasserentnahme aus den Leitungen das einzig gerechtfertigte, und es lassen sich dessen Nachtheile bei gehöriger Ueberwachung durch Schraubhähne oder durch selbstwirkende Hähne mit Vertheilungskasten beseitigen.

Wassermesser.

Wenn bei dem System der Kaliberhähne das größte einem Grundstücke zufließende Wasserquantum genau bestimmt ist und nicht überschritten werden kann, ist bei der direkten Wasserentnahme hierfür keine Gränze gesetzt. Soll daher die Bezahlung für das verbrauchte Wasser nicht nach einem, von der Größe des wirklichen Verbrauches ganz unabhängigen Maaßstab geschehen, sondern soll im Verhältniß zur benutzten Wassermenge bezahlt werden, so ist eine besondere Vorrichtung zum Messen des wirklich gebrauchten Wassers nothwendig. Es dienen dazu die Wassermesser, welche ganz entsprechend den Gasmessern das Quantum des durchfließenden Wassers zählen und an einem Zifferblatt ablesen lassen. Die Anforderungen, welche an diese Instrumente gestellt werden, sind: Genauigkeit in der Angabe des durchfließenden Wassers, Unabhängigkeit von dem Druck, unter welchem das Wasser steht, Durchlassen des Wassers ohne Druckverlust, möglichst kleines Volumen und Gewicht und geringer Preis.

Die Genauigkeit bei einem Wassermesser braucht an sich, bei dem unter allen Umständen sehr geringen Preise des Wassers nicht sehr groß zu sein, so daß Abweichungen bis auf 5% der wirklichen

Wassermenge nicht von wesentlichem Nachtheil sind. Größere Abweichungen dagegen sollten unter keinen Umständen vorkommen und zwar um so weniger, als es für jeden Konsumenten leicht ist, durch wiederholtes Füllen eines Gefäßes von bestimmter Größe die Unrichtigkeit des Wassermessers zu konstatiren oder zu versuchen, auf welche Weise Wasser abgezogen werden könne, ohne auf den Zeiger zu wirken. Wenn beim Gas ähnliche Meßapparate ohne Nachtheil in allgemeinem Gebrauch sind, mangelt dort diese Leichtigkeit der Beobachtung, und werden daher die Angaben der Gasmesser viel eher ohne Widerspruch angenommen.

Die großen Schwierigkeiten, welche die Erfüllung aller gestellten Bedingungen bietet, wurden auf verschiedene Weise zu lösen gesucht, und es sind zahlreiche Wassermesser in England patentirt.

Sie beruhen auf 2 ganz verschiedenen Systemen. Bei dem einen wird durch eine Art Türbine die Geschwindigkeit des Wassers, das durch Oeffnungen von konstanter Weite fließt, gemessen, indem die Zahl der Umdrehungen der Wassermenge proportional ist. Bei dem andern füllt das Wasser einen Cylinder mit Kolben, und es giebt die Zahl der Kolbenhübe, welche sich an einem Zählwerk ablesen läßt, die Anzahl der Cylinderfüllungen, und damit die durchfließende Wassermenge an. Im letztern Falle ist die Messung eine direktere, wird daher eher genauer sein, dagegen ist der Mechanismus und der Zählapparat viel komplizirter und umfangreicher, so daß die Aufstellung schwieriger ist.

Die Turbinen Wassermesser, von Siemens in England patentirt, werden von Guest und Chrimes in Rotherham in äußerster Vollkommenheit angefertigt. Für deren Richtigkeit wird bis auf 5 % der angegebenen Wassermenge garantirt. Der Druckverlust soll nur gering sein, das ganze Instrument ist sehr kompendiös und erheischt auch wenig Reparaturen, so daß die Lieferanten die Ausführung derselben um die feste Summe von 5 % des Ankaufspreises per Jahr übernehmen. Durch fortgesetzten Gebrauch soll sich die Reibung der verschiedenen Theile keineswegs vermehren, sondern eher vermindern, so daß die Angaben mit der Zeit größer werden, und die neu gelieferten Instrumente deßhalb auf eine um 2 % zu niedrige Angabe regulirt sind.

Der Hauptfehler dieser Instrumente liegt darin, daß eine sehr kleine Wassermenge nicht genügt, die Reibung und das Beharrungsvermögen des Mechanismus zu überwinden, und deßhalb unge-

messen durch das Instrument durchgeht. Es ist dieß bis zu einer Wassermenge der Fall, welche dem 40ten Theile derjenigen entspricht, für welche das Instrument eingerichtet ist. Durch äußerst langsames Oeffnen eines Hahns und fortwährendes schwaches Offenhalten desselben kann daher Wasser ungemessen bezogen werden. Ebenso sind diese Instrumente gegen die Widderstöße sehr empfindlich, so daß bei ihrer Anwendung vor allem auf die Auswahl zweckmäßiger Hähne gesehen werden muß.

Dieser Mängel ungeachtet scheint sich aber dieser Wassermesser in England immer allgemeiner Eingang zu verschaffen, und waren bis zum Jahr 1862 hier und auf dem Festlande über 6600 solcher Instrumente in Thätigkeit. In Frankreich ist man ihnen wenig geneigt, was die englischen Fabrikanten der schlechteren Arbeit des französischen Patentträgers zuschreiben. Jedoch besteht dort im Allgemeinen ein Mißtrauen gegen die Wassermesser, so daß man sich zum Messen fast ausschließlich auf die Kaliberhähne verläßt.

Die Cylinderwassermesser werden mit verschiedenen kleineren Abweichungen nach Kennedy in Glasgow, Duncan in Liverpool, Chadwick und Frost in Manchester verfertigt. Sie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anordnung der Umsteuerung, welche die hin und hergehende Bewegung des Kolbens im Cylinder bewirkt, sowie durch den Zählapparat der Kolbenhübe. Im Allgemeinen nehmen sie viel mehr Raum ein als die Wassermesser von Siemens, sind schwerer und theurer, lassen dagegen kein Wasser unbemerkt durchgehen, messen genauer, können leichter reparirt werden und lassen eben dadurch auch weniger Unregelmäßigkeiten bei einer etwelchen Trübung des Wassers befürchten, da sie leicht aus einander genommen und gereinigt werden können.

Der Druckverlust wird bei passender Auswahl des Wassermessers wohl bei allen ziemlich der gleiche sein.

Von diesen Cylinderwassermessern scheint sich der von Kennedy am meisten Eingang zu verschaffen. Eine Vergleichung der Anschaffungskosten der Wassermesser von Siemens und Kennedy zeigt, daß die erstern ziemlich billiger sind.

Mit einem oder dem andern der beschriebenen Wassermesser kann jedenfalls die verbrauchte Wassermenge hinreichend genau gemessen werden, so daß, wenn eine solche Messung nothwendig gefunden wird,

sie kein Hinderniß gegen Einführung des Systems der direkten Wasserabgabe bildet.

Ein Wassermesser findet ganz wie ein Gasmesser seinen Platz unmittelbar am Eintritt der Zweigleitung in ein Grundstück, wo er aber gut vor Frost zu verwahren ist.

Unterscheidung verschiedener Wasserqualitäten mit Rücksicht auf das System der Hausabgabe.

Ist im Vorstehenden als einzig zulässiges System der Wasserabgabe für den Hausverbrauch dasjenige der direkten und unbeschränkten Wasserabgabe bezeichnet worden, so frägt sich, wie sich diesem gegenüber eine schon früher angeführte Theilung des Wassers je nach seiner verschiedenen Bestimmung gestalte.

Auf Seite 41 ist der Satz aufgestellt worden, daß bei einer solchen Trennung am besten zwischen Trinkwasser einerseits, Brauchwasser und Wasser zu öffentlichen Zwecken andrerseits unterschieden werde, namentlich deßhalb, weil für das Trinkwasser ein gleichmäßiges, ununterbrochenes Fließen nothwendig, ein Stagniren in den Leitungen dagegen schädlich sei. Das System der direkten unbeschränkten Wasserabgabe, das überall in allen Grundstücken und in jedem Augenblicke große Wassermengen zur Verfügung halten soll, steht nun mit einem solchen beständigen Fließen in direktem Widerspruch. Für die zeitweise sehr große Lieferung erheischt es sehr große Röhrendurchmesser und damit einen Rauminhalt des Röhrennetzes, in welchem die Bewegung durch das äußerst kleine Quantum Trinkwasser ganz verschwinden, also ein vollkommenes Stagniren stattfinden würde, das auf die Qualität des Trinkwassers von dem schon beschriebenen Einfluß wäre.

Gerade wie beim Wasser zu öffentlichen Zwecken finden bei diesem System im Wasser für den Hausverbrauch sehr bedeutende Schwankungen statt, welche gleichartige Anlagen verlangen und eine Verschmelzung des Wassers für diese beiden Zwecke vortheilhaft machen.

Allerdings findet sich in Paris eine andere Vertheilung, indem das Wasser in den Grundstücken als Trink- und Brauchwasser dienen soll, und auf den Straßen aus einem besondern Leitungsnetz nur Wasser zu öffentlichen Zwecken abgegeben wird. Wenn hier das Wasser in den Häusern aus laufenden Brunnen oder am untersten Hahn bezogen wirklich noch frisch ist und ein gutes Trink-

wasser bildet, so beruht dieß auf der fast ausschließlichen Durchführnng des Systems der Kaliberhähne, bei dem ein gleichmäßiger Zufluß der ganzen Wassermenge überhaupt stattfindet und gar keine Schwankungen vorkommen. Weit entfernt von dieser guten Beschaffenheit des Wassers, das unmittelbar aus der Steigleitung entnommen wird, ist dasjenige, welches den einzelnen Stockwerken aus dem Hausreservoir zufließt, wo es im Sommer alle Gelegenheit hatte, sich zu erwärmen. Trotz der anfänglich vorzüglichen Beschaffenheit des Wassers und dem Bestreben, solches in gleichem Zustand in allen Wohnungen abzugeben, gelingt dieß doch nur in den selteneren Fällen, und wenn das System der Kaliberhähne durch die gleichmäßige Bewegung scheinbar dieses Bestreben fördert, macht es durch die Nothwendigkeit der Hausreservoire mit ihren Nachtheilen in den meisten Fällen ein Gelingen geradezu unmöglich. Die etwa erreichte Bequemlichkeit wiegt jedenfalls die auffallenden Nachtheile, welche dieß System für den Brauchwasserbezug hat, bei weitem nicht auf, so daß dem Vorzug, welcher dem System der direkten und unbeschränkten Wasserentnahme zugeschrieben wurde, in dieser Hinsicht durchaus kein Abbruch geschieht.

Damit verliert denn auch die in Paris getroffene Eintheilung ihren Werth und scheint die vorgeschagene einer bloßen Ausscheidung des Trinkwassers den Vorzug zu verdienen.

Nachdem die Anordnung der Hausvertheilungen mit den verschiedenen Hähnen und Vorrichtungen zum Messen, welche dabei vorkommen, beschrieben worden sind, bleibt noch die Herstellung der Leitung selbst zu betrachten.

Material und Anordnung der Vertheilungsröhren im Innern der Häuser.

Die Hausleitungen können nicht anders als mit den mannigfaltigsten Biegungen und Windungen hergestellt werden. Es ist daher für sie ein Material von hohem Werth, das biegsam ist und sich auf dem Platze der Oertlichkeit anpassen läßt. Gußeisen würde allzuviele besondere Formstücke nothwendig machen und er hat sich unter den bis jetzt verwendeten Materialien bloß das Blei und das einfache oder das galvanisirte Schmiedeisen größere Aufnahme verschafft.

Bleiröhren. Dieselben sind weitaus am bequemsten, da sie sehr leicht verbunden und nach allen möglichen Richtungen ge-

bogen werden können, so daß sich überall mit den Röhren der passendste Weg verfolgen läßt. Allerdings zeichnet sich das Blei nicht durch eine große Widerstandsfähigkeit aus, dagegen kann den Röhren eine solche Wandstärke gegeben werden, daß sie selbst dem größten vorkommenden Drucke widerstehen. So bilden sie bei allen größern Wasserversorgungen das fast ausschließlich zu den Hausleitungen verwendete Material.

Es sind bloß die Besorgnisse wegen der gesundheitsschädlichen Verunreinigung des Wassers durch Bleioxyd, welche deren ganz ausschließliche Verwendung beeinträchtigen. Mit Wasser und Luft gleichzeitig in Berührung oxydirt sich das Blei, das Oxyd löst sich im Wasser auf und theilt diesem giftige Eigenschaften mit. Diese Eigenschaft kann beim System der unterbrochenen und der Cisternen-Wasserlieferung, wo bleierne Röhren und Cisternen zeitweise leer werden und mit der Luft in Berührung kommen, leicht gefährlich werden und hat nachgewiesener Maaßen in England schon hie und da Vergiftungen zur Folge gehabt, durch welche die Bleiröhren an sich in Mißkredit kamen. Bei dem System der ununterbrochenen und direkten Wasserlieferung bleibt das Wasser beständig mit den Röhren in Berührung und verhindert allen Luftzutritt. Im Laufe der Zeit bewirkt allerdings die im Wasser aufgelöste Luft eine leichte Oxydation und wird dieses Oxyd aufgelöst. So fand Professor Clark in der bleiernen Leitung seines Laboratoriums, wenn deren Ausflußhahn mehrere Tage geschlossen gewesen war, beim Oeffnen des Hahns eine Spur von Blei im Wasser, welche sich aber bei einem wenige Minuten andauernden Auslaufen verlor. In den auf dieselbe Weise versorgten Häusern Aberdeens konnte keinerlei Einfluß des Bleis beobachtet werden. Auch die im Wasser aufgelösten fremden Bestandtheile sind auf die Auflösung des Bleis von Einfluß, indem sich ein Ueberzug aus schwerer oder gar nicht löslichen Bleisalzen bildet, welcher vor weiterer Auflösung schützt. Bei einem harten Wasser, namentlich einem solchen, dessen Härte von schwefelsauren Erden herrührt, können daher die Bleiröhren mit vollständiger Sicherheit benutzt werden, bei einem weichen muß dagegen eine Auflösung vorausgesetzt werden. Troß der Erfahrungen in den verschiedensten Städten, wo die Bleiröhren ohne nachweisbaren Schaden zu allen Hausleitungen verwendet werden, so daß die Befürchtungen wegen deren Schädlichkeit ungegründet scheinen möchten, ist doch möglichste Sorgfalt und eine Be-

schränkung der Bleiröhren auf die Strecken rathsam, wo sie durch ihre Fähigkeit, leicht alle möglichen Krümmungen anzunehmen, wirklich unersetzbar sind. Auch Rawlinson empfiehlt in den von ihm veröffentlichten Räthen betreffend Wasserversorgungen von der Verwendung des Bleis abzusehen.

In Leipzig wurde versucht, durch einen Ueberzug der innern Wandungen mit Schwefelblei, vollständige Sicherheit zu gewähren. Ein solcher Ueberzug dürfte aber, wenn er sich nicht nach dem Obigen durch Niederschläge aus dem Wasser selbst erneuert, bald abgewaschen sein und seinen Einfluß verlieren.

Bei den Widderstößen, welche in den Hausleitungen nie ganz zu vermeiden sind, und den schlimmen Folgen jedes Reißens einer Röhre im Innern der Häuser ist es wichtig, die Röhren hinlänglich stark zu machen und sich nicht bloß nach dem gewöhnlichen Drucke zu richten. So wird in verschiedenen Städten verlangt, daß diese Röhren einem Druck von 300 Fuß Wassersäule, in andern bis auf 600 Fuß widerstehen können. In den Beilagen ist das an verschiedenen Orten zur Anwendung kommende Minimalgewicht der Röhren angegeben.

S c h m i e d e i s e r n e R ö h r e n , G a s r ö h r e n. Da das Eisen in heißem Zustand die Leichtigkeit, alle Biegungen anzunehmen, erhält, welche den Hauptvorzug des Bleis bildet, liegt der Gedanke nahe, die schmiedeisernen Röhren ebenfalls zu den Wasserleitungen zu verwenden, wie solches allgemein für die Gasleitungen geschieht. Dieser Verwendung steht jedoch die leichte Oxydation des Schmiedeisens entgegen, in Folge der nicht nur das Wasser verunreinigt, sondern auch das Eisen selbst zerfressen wird. Wenn man deßhalb an den meisten Orten von der Verwendung der schmiedeisernen Röhren ganz absieht, sollte es doch möglich sein, das Eisen durch einen Ueberzug gegen den Rost hinlänglich zu schützen, wie man auch beim Gußeisen den Asphaltüberzug anwendet. Rawlinson empfiehlt in der That in seinen schon oft erwähnten „Räthen" die Verwendung schmiedeiserner Röhren für kleine Durchmesser.

Für gerade Strecken bilden die Röhren aus v e r z i n k t e m oder g a l v a n i s i r t e m E i s e n ein vorzügliches Material, indem bei ihnen das Schmiedeisen durch einen Ueberzug von Zink gegen das Rosten gesichert ist. Wenn sich dieser Schutz bei den geraden Röhren und den zum Voraus zu bestimmenden Formstücken vollkommen bewährt, geht doch die Leichtigkeit, unmittelbar beim Legen

der Röhren beliebige Biegungen zu machen, verloren, da der Ueberzug ein Glühen nicht erträgt. Für willkürliche Biegungen können daher diese Röhren die Bleiröhren keineswegs ersetzen.

Weite der Hausleitungen.

Schon oben wurde angegeben, daß ein Hahn in den obersten Stockwerken bei ganz befriedigender Lieferung noch 25 bis 40 Maaß per Minute liefern solle. Bei dem angenommenen Ueberdruck von 10—20 Fuß bedingt dieß eine Weite der Hausleitung von 1 Zoll. Bei größerem Ueberdruck und sofern man sich mit weniger Wasser begnügt, reichen $^3/_4$ " aus, so daß man als Weite der Privatleitungen bei

großen Häusern 1 Zoll,
kleineren " $^3/_4$ "

annehmen kann. Bloß für kleinere Nebenleitungen genügt eine Weite von $^1/_2$ Zoll.

In besonderen Fällen, wo zu gewerblichen Zwecken oder zur Speisung von Feuerhähnen in den Grundstücken ein größeres Wasserquantum als das obige verlangt wird, muß auch eine größere Röhrenweite angenommen werden, welche sich aber aus der bekannten Wassermenge und dem Ueberdruck für jeden einzelnen Fall leicht berechnen läßt. Die für enge Röhren gültige Formel $M = \sqrt{0.5\, D^5\, G}$ wird dabei am besten in nachstehender Gestalt angewendet:

m Kubikfuß in 24 Stunden,
μ Maaß per Minute,
d Durchmesser in Zollen,
l Länge der Privatleitung in Fuß,
p vorhandener Ueberdruck in Fuß:

$$m = 6000 \sqrt{d^5 \frac{p}{l}}$$

$$\mu = 76 \sqrt{d^5 \frac{p}{l}}$$

In den Beilagen sind die Kosten dieser Hausleitungen für verschiedene Materialien zusammengestellt.

Lage der Hausleitungen.

Während die im Erdboden liegenden Hauptleitungen durch eine tiefe Lage ohne große Mühe gegen den Einfluß der äußern

Temperatur geschützt werden können, kommen die Leitungen im Innern der Häuser mehr oder weniger an die Luft zu liegen. Eine Erwärmung des Wassers ist hier, sofern dasselbe zum Trinken verwendet wird, unangenehm aber ohne wesentlichen Schaden; die Kälte dagegen kann sehr gefährlich werden, da die Leitungen beim Gefrieren des Wassers zerspringen, so daß beim Auffrieren die Röhren undicht und die Räume mit Wasser überschwemmt werden. Der Schutz der Leitungen gegen den Frost ist daher die wichtigste Rücksicht bei deren Anordnung und erheischt, daß die Röhren möglichst von den Umfassungswänden entfernt im Innern der Häuser, wo möglich in warmen und geheizten Räumen angebracht, und durch Umhüllung mit Holz, Filz und dergleichen gesichert werden. An manchen Orten sind diese Hülfsmittel nicht anwendbar oder noch ungenügend, so daß im Winter entweder die Leitungen besonders eingebunden oder Vorkehrungen anderer Art getroffen werden müssen.

Das sicherste Mittel bestände ohne Zweifel darin, daß die sämmtlichen Hähne nicht ganz geschlossen werden, wobei immer einige Bewegung in den Röhren bleibt, welche das Einfrieren hindert. Dieß hätte jedoch einen sehr großen Wasserverlust zur Folge und widerspricht ganz den Grundsätzen, die einer Bevölkerung eingeprägt werden müssen, sofern man sich nicht fortwährender Wasservergeudung aussetzen will, so daß davon kein Gebrauch gemacht werden kann, und dieß Verfahren in den meisten Reglements ausdrücklich verboten wird.

Wenn also die angeführten Mittel nicht genügen, bleibt bei anhaltendem starkem Froste nichts übrig, als die Leitung im Kellergeschoß abzuschließen, das Wasser an einem hier angebrachten Ablaßhahn zu beziehen und aus den oberhalb befindlichen Röhrenzweigen ganz abfließen zu lassen. Der Abschlußhahn kann so eingerichtet werden, daß sich die ganze über ihm liegende Steigleitung von selbst entleert. Dabei geht dann aber für die Zeit der größten Kälte der Vortheil des Wasserbezuges in allen Stockwerken verloren.

Ist nach dem Vorstehenden mit Rücksicht auf den Frost eine möglichst geschützte Lage der Leitung wünschbar, so trifft damit das Bestreben zusammen, die Leitungsröhren den Blicken zu entziehen, indem sie ganz in die Mauern eingelassen und mit der gewöhnlichen Bekleidung, Verputz, Tapete oder Täfer überdeckt werden. Dieß in

einigen Städten angewendete Verfahren ist jedoch ganz verwerflich, da es den großen Nachtheil hat, daß bei allfälligen Beschädigungen einer Röhre die schadhafte Stelle nicht entdeckt wird, bis sich die Feuchtigkeit weiter verbreitet hat und dem ganzen Hause zu großem Schaden gereichen kann. Die Röhren sind deßhalb so anzubringen, daß sie jederzeit leicht aufgedeckt und untersucht werden können.

Abschlußhähne.

Die allgemeine Anordnung der Leitungsröhren wurde in der Hauptsache schon bei der Betrachtung der verschiedenen Systeme der Hausabgabe erläutert; es kann sich daher bloß noch um die Stellung der verschiedenen Abschluß- und Auslaufhähne handeln.

Bei jeder Abzweigung in ein Privatgrundstück muß die Behörde ein Mittel haben, den Zulauf zu unterbrechen, was nothwendig die Anbringung eines außerhalb des Grundstückes liegenden und nur den Angestellten der Wasserversorgung zugänglichen Hahnes erheischt. Dieser Hahn kommt ganz in den Boden zu liegen, muß daher in einem Ventil oder Schraubhahnen bestehen, da ein gewöhnlicher Drehhahn nicht genügende Sicherheit gegen Wasserverlust gewähren würde.

Bei dem System der Kaliberhähne wird unmittelbar neben diesem Abschlußhahn der Kaliberhahn seine Stelle finden, da auch letzterer nur von den Angestellten zu besorgen ist. Dieser besteht fast überall in einem Drehhahn, da die nothigwendige Beschränkung der Durchflußöffnung bei einem andern System nicht so leicht ausführbar ist, und es bildet das Vorhandensein eines Hahnes nach dieser fehlerhaften Konstruktion einen weiteren Nachtheil des Systems der Kaliberhähne.

Innerhalb der Grundstücke, in möglichst tiefer Lage, ist die Anbringung eines zweiten Abschlußhahnes, dessen Schlüssel in der Hand des Grundeigenthümers liegt, nothwendig, um bei irgend welchen Beschädigungen den Zufluß des Wassers sofort unterbrechen zu können, ohne erst die Angestellten der Versorgung aufsuchen zu müssen. Mit diesem Hahn wird am Zweckmäßigsten die Vorrichtung zur Entleerung der obern Steigleitung verbunden, sofern solche nicht durch einen einfachen Schraubhahn bewerkstelligt wird.

Da eine einfache selbstwirkende Entleerung sich am besten bei gewöhnlichen Drehhähnen anbringen läßt, mag diese Konstruktion,

so sehr sie sonst überall als nachtheilig bezeichnet wurde, für diesen Abschlußhahn zulässig sein, der nicht in der Erde, sondern in einem offenen Raume liegt, wo sich ein Wasserverlust bald bemerklich macht

Geschieht die Abnahme des Wassers durch einen Wassermesser, so ist solcher zwischen dem öffentlichen und dem Privatabschlußhahn anzubringen. Bei ihm beginnt die ausschließliche Privatleitung, da hier die Verwaltung der Versorgung kein direktes Interesse mehr hat, die weitere Leitung zu kontroliren, indem alles durchfließende Wasser gemessen wird, alle Vergeudung durch offene oder undichte Hähne, lecke Röhren und dergleichen ausschließlich zu Lasten des Wasserbezügers fällt.

Anders ist es bei der direkten, unbeschränkten Entnahme, wo jeder Fehler der ganzen Unternehmung Nachtheil bringt.

Von den beiden Abschlußhähnen, dem öffentlichen und dem privaten, einwärts vertheilt sich die Leitung an die Orte, wo Wasser bezogen werden soll, in ihrer Anordnung, wie früher gezeigt wurde, verschieden, jenachdem das Cisternensystem oder das der direkten Entnahme angewendet wird. An jeder Ausflußstelle ist ein Hahn angebracht, und zwar unter allen Umständen ein Schraub- oder Ventilhahn, sofern der Wasserdruck nicht durch einen Vertheilungskasten gemildert wird, wo selbstwirkende Hähne statthaft sind.

Ableitung des gebrauchten Wassers.

Unter allen Umständen muß unter jeder Ausflußöffnung, welcher Art dieselbe sein mag, eine Schaale mit Ableitungsrohr für das benutzte Wasser angebracht werden. Bei einer in dieser Hinsicht mangelhaften Anlage werden bedeutende Uebelstände aus dem Feuchtwerden des Gebäudes bei sorglosem Gebrauch der Hähne oder bei einer geringen Undichtheit derselben erfolgen. Die Schaalen zum Auffangen des Wassers bestehen am besten aus gebranntem Thon oder emaillirtem Eisen, und erhalten je nach ihrer Lage verschiedene Formen. Am Boden haben sie ein eingeschliffenes Ventil, das mittelst einer Kette gehoben werden kann. Die Ableitung des Wassers geschieht bei einfachen Ausläufen durch Blei- und Eisenröhren von ein bis zwei Zoll Weite, bei Schüttsteinen durch dreizöllige, bei Abtritten dagegen durch fünf bis sechs Zoll weite undurchdringliche Thon- oder Eisenröhren. Ueber die weitern Anlagen und Vorsichtsmaßregeln hinsichtlich dieser Abzugsröhren wurde in dem Berichte über das Kloakenwesen das Nöthige angegeben.

Water closets.

Eine nähere Betrachtung verdienen auch noch die Abtritte. Sobald ein Haus mit einer Wasserleitung versehen ist, werden die Vortheile geruchloser **Water closets** so einleuchtend, daß man sich kaum enthalten wird, die bestehenden Abtritte nach diesem Systeme umzuändern. Die Vorkehrungen dazu zerfallen in zwei Theile.

Durch den einen Theil, die Abflußeinrichtung, wird das Wasser entweder in einer beweglichen Schaale, welche durch Ziehen an einem Handgriff oder durch ihr eigenes Gewicht sich abwärts neigt und entleert, oder aber in einer S=förmig nach aufwärts gebogenen Röhre zurückgehalten, so daß der Luft in den Abfallröhren der Zutritt in den Abtritt verschlossen ist. Bei den Schaalen hört dieser Abschluß allerdings im Augenblick der Entleerung auf, und es kann sich dann ein lästiger Geruch entwickeln, wenn solcher nicht durch eine starke Wasserströmung niedergedrückt wird. Bei den S=förmig gebogenen Röhren hört der Verschluß nie auf, dagegen kann bei lang unterbrochenem Gebrauch die im untern Theile stagnirende Flüssigkeit selbst zu übeln Ausdünstungen Anlaß geben.

Die Klappen, seien sie mit einem Handgriff versehen oder selbstwirkend, können nur da gut wirken, wo auf ihren Unterhalt und ihre Behandlung gehörige Sorgfalt verwendet wird; in den geringeren Wohnungen dagegen ist bloß die S=förmig gebogene Röhre am Platz. Tritt hier durch nachlässige Behandlnng eine momentane Verstopfung ein, so läßt sich derselben leicht abhelfen und es geräth die Anlage selbst nicht in Unordnung.

Der zweite Theil der Einrichtung betrifft die Wasserzuleitung. Der Wasserstrahl muß so gerichtet sein, daß die Schaale gehörig ausgespühlt wird und keine unbenetzten Stellen in derselben vorkommen. Am einfachsten ist die ganze Anlage, wenn ein gewöhnlicher Hahn am Abtrittsitze befestigt ist, der von Hand geöffnet, die Spühlung bewirkt und, wenn diese genügend ist, wieder geschlossen wird. Der Widderstöße wegen ist ein durch einen Handgriff bewegter selbstwirkender Hahn hier unzulässig, es kann bloß ein Schraubhahn angewendet werden, der nothwendig unten an der Schaale entweder einen Syphonverschluß oder eine selbstwirkende Klappe bedingt, da sonst mit der einen Hand die Bewegung des Hahnes, mit der andern die der Klappe vorgenommen werden müßte, was viel zu umständlich wäre. Nirgends ist die Versuchung zur Wasser=

verschwendung größer als in den Abtritten, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß bei dieser Einrichtung an zahlreichen Orten die Hähne offen bleiben und eine ungeheure Wassermenge vergeuden würden. So einfach daher diese Anlage in Verbindung mit einfachem Wasserverschluß unten an der Schaale wäre, ist sie nicht rathsam und es muß ein selbstwirkender Hahn oder eine Vorrichtung gewählt werden, welche bei jedesmaligem Gebrauch nur eine gewisse beschränkte Wassermenge ausfließen läßt.

Nach dem gewöhnlichen System und in der einfachsten Form besteht diese Einrichtung in einem an der Decke des Abtrittes angebrachten kleinen Reservoir von ungefähr $1/2$ bis 1 Kubikfuß Inhalt. Der Zufluß in solches wird durch einen Schwimmerhahn regulirt, der beim Sinken des Wasserspiegels ein mäßiges Quantum Wasser zuströmen läßt, bis das Gefäß wieder voll ist, worauf er sich schließt. Soll die Spühlung der Abtrittschaale stattfinden, so wird das Ablaßventil des Kastens geöffnet uud es entleert sich solcher schnell. So lange das Ventil offen gehalten wird, geht allerdings auch das durch den Schwimmerhahn zuströmende Wasser verloren, doch ist das Ventil mit einem Gegengewicht versehen, so daß es sich von selbst schließt, wenn der öffnende Zug oder Druck aufhört. Eine Verschwendung kann hier nur durch ein böswilliges Festbinden des Griffes bei offenem Ventil stattfinden.

Durch eine einfache Hebelverbindung kann das Oeffnen des Ablaßventiles im Wasserkasten und der Verschlußklappe unten an der Abtrittschaale vereinigt werden, so daß beides durch einen einfachen Zug oder Druck an einem Handgriff geschieht. Wird letzterer frei gelassen, so schließt sich sowohl das Zuflußventil als die Verschlußklappe; dabei ist aber erforderlich, daß das aus der Zuleitung unterhalb des Ventils noch zufließende Wasser genügt, um in der Klappe einen gehörigen Luftabschluß zu bilden.

Um auch die Möglichkeit eines Festbindens des Handgriffes bei geöffnetem Ventil zu verhindern, ist von Manwaring eine Aenderung an dem obigen Apparate in dem Sinne angebracht worden, daß beim Oeffnen des Ablaßventiles die Schwimmerkugel in der obersten Stellung festgehalten wird, so daß der Zulaufhahn geschlossen bleibt, bis das Ablaßventil wieder geschlossen wird. Erst dann sinkt die Schwimmerkugel und es füllt sich der Wasserkasten. So kann bei einmaliger Bewegung des Hebels nur der Inhalt des Wasserkastens von $4^1/_2$ Maaß oder $1/4$ Kubikfuß bezogen werden, ein Festbinden

des Griffes würde seinen Zweck ganz verfehlen, und es könnte nur ein unausgesetztes Pumpen einen vermehrten Zulauf bewirken.

Bei Lambert's Apparat werden Zufluß- und Abflußventil des Wasserkastens durch den gleichen Hebel so bewegt, daß bei offenem Ablaßventil das Zuflußventil geschlossen wird und umgekehrt. Ein weiterer selbstwirkender Hebel mit Schwimmerkugel schließt das Zuflußventil von ersterm Hebel unabhängig, sobald sich der Wasserkasten bei geschlossenem Ablaufventil gefüllt hat. Der ganze Apparat ist selbstwirkend mit dem Abtrittsitze verbunden. Der Druck auf letzteren schließt das Ablaufventil und öffnet das Zuflußventil, so daß sich der Kasten füllt. Sobald er voll ist, wird dieser Zufluß durch den Schwimmerhebel geschlossen. Hört nachher der Druck auf den Abtrittsitz auf, so öffnet sich das Ablaufventil, während das schon geschlossene Zuflußventil geschlossen bleibt, es entleert sich der Wasserkasten und bleibt leer, bis bei abermaligem Gebrauch ein neuer Druck auf den Abtrittsitz stattfindet. Da hier der Wasserkasten leer bleibt, ist ein Einfrieren desselben unmöglich.

Ein anderes System, bei dem jener Wasserkasten wegfällt, wurde schon früher erwähnt. Es besteht darin, daß der unmittelbar an der Steigleitung angesetzte Ventilhahn mittelst eines Handgriffes geöffnet wird, sein Ventil aber so konstruirt ist, daß es sich nicht durch das Zurückfallen des Handgriffes, sondern unabhängig von diesem langsam schließt. Außer der schon oben beschriebenen Vorrichtung von Howard wird dieser Zweck noch durch verschiedene andere Vorrichtungen erreicht.

Nach Eskholme's Patent ist das am Hebel hängende Gegengewicht unter dem Abtrittsitz durch Uebersetzungsräder mit einem Windflügel verbunden. Beim Niedersinken des Gewichtes muß letzterer in Drehung versetzt werden, die durch den Luftwiderstand gehemmt wird, so daß die ganze Bewegung und damit der Abschluß des Hahns eine gewisse Zeit braucht, während der das Wasser noch ausströmt.

Nach Underhay's Patent für einen Blasebalg-Regulator wird die Verzögerung im Niedersinken des Gewichtes durch eine Art cylindrischen Blasebalges bewirkt, indem die in letzterem befindliche, während des Hebens angesaugte Luft unter dem Druck des Gewichtes nur langsam entweicht.

Diese Vorrichtungen sind allerdings weniger einfach als jene

mit einem Wasserkasten, so daß überall da, wo ein solcher vor dem Einfrieren geschützt werden kann, ihm der Vorzug zu geben ist.

Wenn oft Einrichtungen wie die oben erwähnte von Lambert vorgeschlagen werden, welche entweder durch das Oeffnen der Abtrittthüre oder durch den Druck auf den Abtrittsitz ganz selbstwirkend sind, so ist bei deren Beurtheilung nicht zu vergessen, daß sie zwar sehr sinnreich, aber nothwendiger Weise ziemlich komplizirt sind und daß je komplizirter ein Apparat, desto mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit bei dessen Gebrauch und Unterhalt nöthig ist. Wenn daher den Personen, welche einen Abtritt benutzen oder rein halten, nicht einmal die zur Handhabung der einfachen Apparate erforderliche Aufmerksamkeit zugemuthet werden dürfte, könnte man von ihnen noch viel weniger die für Behandlung jener komplizirteren Einrichtungen nöthige Sorgfalt erwarten, und es würden diese alle Augenblicke in Unordnung gerathen. Sie haben daher keineswegs eine Verminderung der nothwendigen Aufmerksamkeit, sondern gerade das Gegentheil zur Folge und eignen sich, ganz abgesehen von den Kosten, weder für geringere Wohnungen noch zur allgemeinen Durchführung in den bessern Häusern.

Die Wassermenge, welche für die Spühlung eines Water-closets nöthig ist, wird verschieden sein, je nachdem das Wasser nur den Zweck hat, die Abtrittschaale und Abfallröhren zu spühlen und einen luftdichten Wasserverschluß zu bilden, oder aber beim Schwemmsystem ein sofortiges Wegschwemmen aller Abfälle außer das Haus zu bewirken. Im erstern Falle ist ein Quantum von zirka $^1/_{10}$ Kubikfuß oder 2 Maaß bei jedesmaligem Gebrauch schon mehr als genügend, und es ist durchaus kein Grund vorhanden, dasselbe zu steigern. Im zweiten Falle soll zwar nach der Ansicht der eifrigsten Beförderer des Water-closet-Systems ein Quantum von zirka ein Kubikfuß Wasser per Tag genügen, um ein Closet in Ordnung zu halten, doch zeigen die früheren Angaben, wie weit dieser Ansatz unter den erfahrungsgemäß verbrauchten Quantitäten steht, und es liefern letztere den Beweis, daß eine Vermehrung des ablaufenden Wassers den Hausbewohnern gewisse Vortheile gewähren muß, da eine solche Steigerung des Verbrauchs sich nicht durch bloße Nachlässigkeit erklären läßt.

In verschiedenen deutschen Städten wird eine solche Einrichtung der Apparate vorgeschrieben, daß bei jedesmaligem Gebrauch höchstens ein Kubikfuß abfließen kann.

Auf die andern Einrichtungen zur Benutzung einer Wasserversorgung in den Häusern, wie Badezimmer und dergleichen einzugehen, würde zu weit führen. Ohnehin kommen überall die gleichen Grundsätze zur Anwendung.

Hausfilter.

Es bleibt uns noch übrig von den Hausfiltern zu reden, welche dazu dienen, das zum Trinken bestimmte Wasser in den einzelnen Häusern zu reinigen. An vielen Orten, wo nur mehr oder weniger verunreinigtes Wasser geliefert wird, so namentlich in Marseille, sind dieselben unbedingtes Bedürfniß. Statt des bei der Filtration im Großen verwendeten Sandes kommen hier die verschiedenartigsten, porösen Stoffe zur Verwendung, namentlich auch die thierische Kohle, welche nicht bloß die mechanischen Beimengungen, sondern selbst chemische Verunreinigungen beseitigt. Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen Einrichtungen, wie solche oft in den elegantesten und kompendiösesten Formen von verschiedenen Fabrikanten gefertigt werden, näher zu beschreiben. Da die Wassermenge nur gering ist, die Filtration zudem unter beträchtlichem Druck geschehen kann, sind diese Apparate nur klein.

Wenn dieser Filtration im Kleinen hie und da der Vorzug vor einer solchen im Großen gegeben werden will, so muß man solches unbedingt bestreiten. Die Hausfilter kommen wohl in den wohlhabenderen Häusern, dagegen nicht in den ärmlichern Wohnungen zur Benutzung, und doch wurde gezeigt, daß gerade diese bei einer Wasserversorgung vorzugsweise zu berücksichtigen sind.

Die Einrichtungen einer Wasserversorgung sollen somit der Art sein, daß eine Filtration in den Häusern unnöthig ist, sei es, daß das ganze Wasserquantum zum Trinken geeignet ist, oder daß verschiedene Wasserqualitäten geliefert werden.

Abgabe des Wassers zu andern Zwecken.

Während für den Hausbedarf eine direkte Wasserabgabe, unmittelbar aus den Zuleitungen, ohne Messung (à discrétion) befürwortet wurde, muß zu den anderweitigen Verwendungen eine Messung stattfinden, sobald nicht der größten Verschwendung Thür und Thor geöffnet werden soll.

Es ist nicht sehr wesentlich, ob hier ein Reservoir angelegt,

und die Messung mittelst eines Kaliberhahns, der unter amtlichem Verschluß steht, vorgenommen, oder ob ein Wassermesser aufgestellt wird, und es hat jedes dieser Systeme seine Vortheile.

Die Anlage eines Reservoirs gewährt für den Fall von Feuersbrünsten die Möglichkeit, ohne übermäßige Inanspruchnahme der Zuleitungen über eine große Wassermasse zu disponiren. Gestattet die Weite der Leitung die Arbeit von 5 oder 10 Feuerschrauben, so können aus dem Privatreservoir noch mehrere gespeist werden, ohne jenen ersten Eintrag zu thun. Ohne Reservoir dagegen muß bei jeder unvorgesehenen Vermehrung die Wirkung aller andern benachtheiligt werden.

Ein Kaliberhahn sichert ferner einen regelmäßigen Verbrauch, der sich nicht plötzlich steigern und damit die Hülfsmittel der Wasserversorgung erschöpfen kann. Der Konsument muß sich mit der Größe des Reservoires und der Weite des Hahns nach seinem größten Bedarf richten, auf welchen sich auch die Wasserversorgung vorsehen kann. Des unveränderten Wasserquantums wegen ist die Abrechnung äußerst einfach.

Die beiden letztern Vortheile für die Verwaltung bilden aber gerade Nachtheile für den Konsumenten. Dieser kann den Wasserbezug nicht nach Bedürfniß vergrößern und vermindern; er muß bei Geschäftsstockungen so viel Wasser beziehen und bezahlen, als er zur Zeit größter Thätigkeit bedarf, er muß hier nicht bloß das nutzbare, sondern auch das unbenutzt, durch den Ueberlauf des Reservoirs abfließende Wasser bezahlen Ist der Preis pro Maaßeinheit der gleiche, so kommt ihm das per Kaliberhahn bezogene Wasser viel theurer zu stehen, als dasjenige durch den Wassermesser. Umgekehrt kann die Versorgung behufs Vermehrung des Wasserabsatzes den Preis bei einem Kaliberhahn pro Maaßeinheit billiger stellen, als bei einem Wassermesser.

Ein weiterer Nachtheil für den Konsumenten liegt in den bedeutenden Kosten des Reservoirs.

Die Aufstellung eines Wassermessers gestattet dem Konsumenten jeden Augenblick das Quantum Wasser zu beziehen, dessen er wirklich bedarf, und er braucht nur für dieses Quantum zu bezahlen. Es kann ihm ziemlich gleichgültig sein, ob die Angabe des Wassermessers ganz genau ist oder nicht, es wird ihm dessen verbrauchte Quantum immer richtiger berechnet werden, als auf irgend eine andere Art. Die Wasserversorgung kann sich daher ganz gut

zum Voraus eine gewisse Gränze für allfällige Unrichtigkeiten, die ein Konsument mit der Zeit im Wassermesser auffinden würde, vorbehalten.

Für die Gesellschaft bildet die unbeschränkte Entnahme eher einen Nachtheil, indem sie von dem größten Bezug erst in dem Augenblicke Kenntniß erhält, wo sich seine Folgen zeigen, so daß sie sich nicht zum Voraus darauf vorsehen kann. So kann unter Umständen bei gleichzeitigem starkem Verbrauch an verschiedenen Wassermessern der Wasservorrath in den Reservoiren unter das normale Maaß sinken.

Ein Vorzug für beide Theile sind die geringen Kosten eines Wassermessers, gegenüber einem Reservoir.

Wenn man schließlich hauptsächlich das Interesse der Konsumenten im Auge behält, dürfte für diesen Wasserbezug doch die Aufstellung von Wassermessern den Vorzug verdienen.

Ausführung der Hausleitungen.

An sich wären die Hausleitungen vom öffentlichen Abschlußhahn oder vom Wassermesser einwärts ausschließlich Sache des Konsumenten, der sie in beliebiger Weise ausführen lassen kann. Bei Aufstellung eines Wassermessers ist die Wasserversorgung an denselben gar nicht direkt, bei Abgabe ohne Messung nur in so weit betheiligt, daß aller Anlaß zu Wasserverlust oder Wasserverschwendung vermieden werden muß. Wird die nöthige Vorsicht in dieser Beziehung beobachtet, so kann den Privaten ganz freie Hand gelassen werden.

Wie aber ein niedriger Wasserpreis zur größern Verbreitung der Wasserabnahme beiträgt, so ist es namentlich anfangs von ebenso großem, indirektem Vortheil, wenn die Hausleitungen billig, zweckmäßig und solid erstellt werden. Eine einzige schlecht eingerichtete, unbequeme Hausleitung, ein Haus, das in Folge des Berstens einer Röhre überschwemmt wird, kann eine größere Zahl Hausbesitzer von der Einführung der Hausversorgung abschrecken. Die Verwaltung der Versorgung hat daher das größte Interesse, bei Abgabe des Wassers sich eine gewisse Aufsicht über die Hausleitungen vorzubehalten und zu verlangen, daß dieselben nach ihren Vorschriften und nur durch solche Handwerker hergestellt werden, denen von ihr die Bewilligung ertheilt wird, und welche dann ihr gegenüber verantwortlich sind.

Dadurch gelangt man zur Ertheilung von Konzessionen an einen oder mehrere Handwerker und zu gewissen Beschränkungen der Gewerbefreiheit welche namentlich bei einer Ausführung durch die Behörden schon an verschiedenen Orten Klagen von Seite der zurückgesetzten Handwerker, und bei allzu ausschließlicher Handhabung sogar ein Einschreiten der Gerichte zur Folge gehabt haben. Bei maaßvoller Handhabung, wenn nur der eigentliche Zweck der Konzessionsertheilung im Auge behalten und solche nicht etwa zu einer Einnahmsquelle gemacht wird, liegt jedoch diese Beschränkung ganz im öffentlichen Interesse und rechtfertigt sich durch solches.

Unterscheidung verschiedener Wasserqualitäten hinsichtlich der Wasserabgabe.

Es ist schon bei Besprechung der Qualität und der verschiedenen Systeme für Abgabe des Wassers von einer Ausscheidung desselben nach seinen verschiedenen Zwecken die Rede gewesen. Dabei wurde die Ansicht ausgesprochen, daß von dem in den Hausleitungen entnommenen Wasser nicht der Grad von Frische erwartet werden dürfe, der bei Trinkwasser verlangt werden muß, daß somit die Lieferung von Trinkwasser durch ein eigenes Leitungsnetz an beständig fließenden, öffentlichen Brunnen zu empfehlen sei.

Da keine der betrachteten Städte eine Theilung in der vorgeschlagenen Weise angenommen hat, wird es nothwendig, jetzt, da alle Grundlagen zur Beurtheilung gegeben sind, nochmals auf die Vortheile und Nachtheile derselben einzutreten.

Eine Theilung des Wassers besteht eigentlich bloß in Paris, jedoch nicht zwischen Trinkwasser und Brauchwasser, sondern zwischen öffentlichem Wasser und Hauswasser.

In England, wo grundsätzlich gar kein Wasser auf den Straßen abgegeben wird, muß die vorgeschlagene Theilung außer Betracht fallen, da ein doppeltes Leitungsnetz in die einzelnen Grundstücke unbedingt viel zu umständlich wäre.

Im Allgemeinen wird dort nicht viel Wasser getrunken, was schon daraus hervorgeht, daß man sich in einzelnen Städten mit einem beispiellos schlechten Wasser begnügt; ein sehr großes Bedürfniß nach kühlem Trinkwasser wird daher nicht empfunden. Das Gleiche gilt im Allgemeinen auch in Frankreich, wo die Wasserlieferung an Privaten auf den Straßen ebenfalls immer mehr beschränkt wird, und daher fortwährend fließende Trinkbrunnen nicht ins Sy-

stem passen. Es ist gezeigt worden, daß bei der in Paris angenommenen Theilung in dem Röhrennetz für Hauswasser durch das System der Kaliberhähne zwar ein gleichmäßiges Fließen in den Leitungen bewirkt wird, so daß sich deren Wasser sehr wohl zu öffentlichen Trinkbrunnen eignen würde, daß dagegen gerade durch dieses Hahnsystem das in den Grundstücken den einzelnen Hähnen entnommene Wasser seine Frische verliert. Da sich jedoch dieses System zur Abgabe des Hauswassers im Allgemeinen als unzweckmäßig erwiesen hat, kann auch die Speisung öffentlicher Trinkbrunnen durch dasselbe bei neuen Anlagen nicht in Betracht kommen, es bleibt bloß eine Theilung in Trinkwasser an beständig fließenden Brunnen, das durch ein, der ununterbrochenen Bewegung und der gleichmäßigen Wasserlieferung wegen, verhältnißmäßig enges Leitungsnetz geliefert wird, und in Brauchwasser, das jeden Augenblick so zu sagen in unbeschränkter Menge bezogen werden kann, übrig. Letzteres verlangt große Leitungen, in denen starke Schwankungen in der Bewegung des Wassers vorkommen.

Diese Theilung hat den unbestreitbaren Nachtheil der Kosten des besondern Leitungsnetzes für das Trinkwasser. Es besteht solcher in einer Geldsumme, die sich für jeden Ort ausrechnen läßt und zu beurtheilen gestattet, ob sie wirklich durch den Vortheil eines kühlen und guten Trinkwassers gerechtfertigt werde. Wenn die doppelten Leitungen früher nicht empfohlen wurden, da sie unverhältnißmäßig mehr kosten als eine einzige, für das gleiche Wasserquantum bestimmte Leitung, lassen sich dieselben hier mit bestimmten Gründen rechtfertigen. Das Leitungsnetz für das Trinkwasser wird unter allen Umständen viel weniger ausgedehnt, als dasjenige für das Brauchwasser, verlangt kleinere Röhrendurchmesser und deßhalb geringere Kosten.

Die Vortheile eines guten Trinkwassers brauchen nicht wiederholt zu werden.

Neben einer Abwägung dieser Vortheile und Nachtheile kommen noch die besondern lokalen Verhältnisse in Betracht. An einzelnen Orten ist die Beschaffung eines großen Quantums zum Trinken geeigneten Wassers mit sehr großen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, während ein kleines Quantum Trinkwasser und ein unbeschränktes Quantum Brauchwasser verhältnißmäßig leicht zu erhalten sind. Hier wird man fast nothwendig auf die Theilung an-

gewiesen, und es kommt solche möglicherweise trotz des doppelten Netzes noch billiger zu stehen als ein einheitliches System.

An andern Orten dagegen, wo sich ein auch zum Trinken geeignetes Wasser in gehörigem Quantum findet, das daher auch zu den übrigen Zwecken benutzt wird, kann man eher von dieser Theilung absehen, und wären deren Mehrkosten weniger gerechtfertigt.

Bei der Beurtheilung wird auch noch ins Gewicht fallen, ob man sich bisher an ein gutes Trinkwasser gewohnt war oder von solchem nichts wußte. Wie viel Bedeutung man diesen Rücksichten beilegen mag, darf man nicht übersehen, daß eine vollständige Beseitigung der schädlichen aber kühlen Sodbrunnen nur durch Lieferung eines zum Trinken besser als diese schmeckenden Wassers möglich ist, daß solche dagegen bei warmem Wasser noch fortwährend benutzt würden. In sanitarischer Hinsicht ist dieser Umstand jedenfalls sehr wichtig.

6. Preis des Wassers.

Ein bleibender Verkauf von Wasser findet fast nirgends statt, sondern es wird für das bezogene Wasser so zu sagen überall ein jährlicher Zins berechnet. Wenn in Brüssel und Basel bei Erstellung der Versorgung einzelne bleibende Konzessionen verkauft wurden, so geschah dieß ausschließlich in der Absicht, sich sofort ein etwelches Kapital zu sichern, doch war der Erfolg auch hier kein sehr wesentlicher und tritt der Bezug jährlicher Wasserzinse ebenfalls ganz in den Vordergrund.

Beim Verkauf beständiger Konzessionen ist nicht nur das zu bezahlende Kapital zu groß, um eine allgemeine Einführung der Wasserabnahme zu ermöglichen, sondern es sind beiden Kontrahenten, der Versorgung wie dem Abnehmer, die Hände zu sehr gebunden, um den im Laufe der Zeit nie ausbleibenden Aenderungen in den Verhältnissen Rechnung tragen zu können, woraus denn vielfache Anstände hervorgehen. Ein freieres Verhältniß, bei dem beide Theile freies Dispositionsrecht behalten, ist daher vollkommen begründet, damit auch die Bezahlung des Wassers mittelst eines jährlichen Wasserzinses.

Der für das Wasser zu zahlende Preis wird sich unter Umständen je nach dessen Verwendung nach einem verschiedenen Maaß-

stab berechnen, indem jedenfalls das Wasser zu öffentlichen Zwecken nicht gleich gehalten wird, wie das zum Privatverbrauch, aber überdieß auch zwischen der Verwendung zum Hausverbrauch und derjenigen zu verschiedenen andern Zwecken ein Unterschied gemacht werden kann. Je nach der besondern Bestimmung müssen daher die an verschiedenen Orten gültigen Preisberechnungen getrennt verglichen werden.

Wasser zum Hausgebrauch.

Bei Besprechung der verschiedenen Systeme der Wasserversorgung ist schon gezeigt worden, wie zwei ganz verschiedene Anschauungen hinsichtlich der Art und Berechnung der Wasserabgabe bestehen. Nach der einen bildet das Wasser einen gewöhnlichen Handelsartikel, dessen Bezahlung nach der Größe des Verbrauches, ganz unabhängig von den besondern Umständen des Konsumenten sich berechnet.

Nach der andern Anschauung nimmt dagegen das Wasser als nothwendiges Lebensbedürfniß eine ganz andere Stelle ein, man legt auf die verbrauchte Wassermenge weniger Gewicht als auf die Verhältnisse, in denen der Konsument sich befindet, auf sein Vermögen oder seine Steuerkraft, den Werth oder die Ausdehnung seiner Wohnung.

Selbstverständlich kommen auch hie und da Berechnungsarten in Anwendung, welche sich keiner dieser beiden Anschauungen ganz anschließen, sondern zwischen beiden die Mitte halten, sich der einen oder andern mehr annähern.

In der nebenstehenden Tabelle findet sich, so viel als möglich nach diesen verschiedenen Anschauungen gruppirt, eine Zusammenstellung des Preises, der in verschiedenen Städten für das Wasser zum Hausverbrauch und zu andern Zwecken berechnet wird. Eine Vergleichung zwischen den Städten, wo nach verschiedenen Grundsätzen gerechnet wird, ist selbstverständlich sehr schwierig, da hier nur nach dem Preise des überall auf Messung hin abgegebenen Wassers zu industriellen Zwecken geurtheilt werden kann, dieser jedoch für den Preis des Wassers zum Hausgebrauch durchaus nicht unbedingt entscheidend ist.

Eine Messung des konsumirten Wassers und Berechnung des Preises nach dieser Wassermenge findet bei dem System der Wassermesser und der Kaliberhähne statt.

Zu Seite 2

Genf .	Wasserzins 30 Fr. pro Litre in der Minute.	
Marseille .		
Paris. Ourcq-W		
Seine-W		
Dijon .	Wasserzins 100 Fr. per Meter im Tag.	
		1— 3 Personen 30 Fr.
Lyon .	ro Wohnung von	4— 6 " 40 "
		7—10 " 50 "
St. Etienne		
Leipzig .		
Magdeburg		
Posen .		
Stettin .		
Altona .		
		Küche und 2 Zimmer 10 Fr. jährlich.
		" " 4 " 30 " "
Basel .	p Wohnung	" " 6 " 60 " "
		" " 8 " 100 " "
		" " 10 " 150 " "
London. Lambet		
New-River		
East-London		
Southwark		
Grand-Junc		
Kent .		
Chelsea		
West-Middle		
Liverpool .	sſerſteuer 2½ %	
Manchester. Geg	" 1¼ %	
Früh	" 3/10 %	
Glasgow .	" ½ %	
Nottingham		
Durchschnitt zahl lischer St		
Minimum		
Maximum		
Brüssel .		
Braunschweig		
Berlin .		
Glauchau .	adzimmer 11.25—22.50	
Plauen .	22.50	
Reichenbach	11.25—22.50	

Das Wasser zum Hausgebrauch wird nur in seltenen Fällen durch Wassermesser bezogen, in ausschließlicher Weise in gar keiner der betrachteten Städte. Es beruht dieß darauf, daß schon die kleinsten Wassermesser 60—90 Fr. kosten, also bei Verzinsung dieses Werthes und unter Annahme von 5 % Unterhaltungskosten einer jährlichen Ausgabe von 6—9 Fr. entsprechen. An sich nicht sehr hoch, ist diese Summe doch bedeutend im Verhältniß zu dem Betrag, welcher für den ganzen Wasserbedarf einer Haushaltung bezahlt werden muß, so daß sie ein nicht unwichtiges Hemmniß für allgemeine Einführung der Hausversorgungen bilden würde.

Viel verbreiteter ist daher die Messung mittelst Kaliberhähnen, wie solche in Genf, Paris, Marseille, Dijon, theilweise auch in Lyon, Brüssel und Basel eingeführt ist. Mag sich hier der Preis nach Maaß oder Litre per Minute oder nach Meter per Tag berechnen, so läßt er sich doch, bei dem ununterbrochenen, gleichmäßigen Zufluß, ganz unabhängig von der Zeit auf die Maaßeinheit des gelieferten Wassers zurückführen, als welche wir 100 Kubikfuß annehmen.

Der billigste Preis unter den vorliegenden Städten besteht in Genf, wo er bloß 15 Rappen beträgt, während er in Paris für das Ourcq-Wasser auf 30 bis 45, für das Seine-Wasser auf 45 bis 89, in Dijon auf 64 bis 74 Rappen steigt. Für einen großen Verbrauch ist er allerdings in Marseille noch billiger als in Genf, nämlich nur 8½ Rappen, steigt dagegen hier für einen kleinen Verbrauch auf 50 Rappen, so daß er durchschnittlich, namentlich für die große Zahl der Häuser, bedeutend höher ist. In Brüssel und Basel, wo diese Berechnungsart, wie schon bemerkt, nur die ausnahmsweise ist, beträgt dieser Preis an ersterm Ort 40½ Rappen, an letzterm 36½ bis 41 Rappen, in Lyon dagegen steigt er auf Fr. 1.60.

In den übrigen Städten findet die Abgabe zum Hausgebrauch ohne alle Messung unbeschränkt, à discrétion, statt, wenn auch die Rücksicht auf den muthmaßlichen Wasserverbrauch bei Ansetzung des Preises noch maßgebend sein mag.

Letzteres ist namentlich da der Fall, wo sich der Preis nach der Kopfzahl der Bewohner eines Gemaches oder Hauses richtet, wie dieß in Lyon und St. Etienne geschieht. In Lyon werden per Kopf 7 bis 10 Fr. berechnet, ebenso in St. Etienne 7 Fr. In Lyon werden die Gemächer nach 3 Kategorien unterschieden, in

solche bis auf 3 Bewohner, solche von 3 bis 6 und solche von 7 und darüber mit den 3 Preisansätzen von 30, 40 und 50 Fr. Wenn sich der Ansatz per Kopf in diesen beiden Städten nahezu gleich stellt, muß um so mehr auffallen, wie verschieden der Preis für das Wasser nach Ausmaaß ist; in Lyon beträgt derselbe bei kleineren Quantitäten für den Hausgebrauch 1.60 Fr. und fällt bloß bei sehr großem Bezug auf 25 Rappen, während er in St. Etienne sich auf 18½ Rappen, also wenig höher als in Genf stellt.

Hieran reihen sich die Städte, in denen nach der Zahl der bewohnten Räumlichkeiten oder Zimmer bezahlt wird. Es ist dieß der Fall in Leipzig, Magdeburg, Posen, Stettin, Altona, Basel und theilweise in London. Da nicht überall die gleichen Räume in Betracht gezogen werden, ist auch hier nur ein ungefährer Vergleich möglich. Der Preis wechselt hier von Fr. 2.25, in Leipzig bis auf 11½ Fr., welche bei großen Gemächern in Basel bezahlt werden müssen. In den deutschen Städten ist der mittlere Preis pro Raum 3 Fr., in London 5 Fr., in Basel steigt er von den kleinsten Wohnungen mit 2 bis 3 Fr. auf 10 und 11½ für die großen, beträgt bei mittleren Wohnungen 6 bis 9 Fr. per Raum, so daß er hier unbedingt am höchsten steht. Bei großen Häusern gleicht sich dieser hohe Ansatz einigermaßen dadurch aus, daß für einen gewissen Hofraum, Stallungen und Waschhäuser nicht besonders bezahlt werden muß, während an den übrigen Orten hierfür besondere Zuschläge gemacht werden. Der großen Zahl der mittleren Wohnungen, welche hauptsächlich den Ausschlag geben, kommt dieß jedoch nicht zu gut, so daß man in der That den Preisansatz von Basel als den höchsten und, sofern er festgehalten wird, als einer allgemeinen Einführung der Hausabgabe sehr hinderlich bezeichnen muß.

Ein Preisansatz, wie er in den deutschen Städten besteht, zu ungefähr 3 Fr. pro Raum, scheint hier am angemessensten.

Weitaus am verbreitetsten ist die Berechnung des Wasserzinses nach dem Miethwerth der Wohnungen. Nach diesem System wird in den meisten englischen Städten, namentlich bei den neuen Versorgungen von Manchester, Glasgow, Liverpool, in Brüssel, Berlin und Braunschweig gerechnet. Dasselbe stammt aus England her, wo der Ertrag der Wohnungen die hauptsächliche Grundlage der Besteurung, namentlich für die sanitarischen Verbesserungen und die Armensteuern bildet. Von der Quantität des benutzten Wassers

wird hier ganz abgesehen, und jeder Wasserbezüger wird so behandelt, wie bei den erwähnten übrigen Steuern. Von England ausgehend hat dieß System denn auch auf dem Festlande vielfach Anklang gefunden.

Der Preisansatz schwankt zwischen 2 und 5 % des Miethwerthes, steigt nur ausnahmsweise bei einzelnen englischen Versorgungen und zwar nur bei den unbedeutenderen Städten auf 8—9 %. Am niedrigsten ist er in Liverpool mit 2%, wobei dann noch $2^1/_2$ % öffentliche Wassersteuer, ganz abgesehen von der Hausabnahme, bezahlt werden müssen. In Manchester betrug der Ansatz für den Hausverbrauch früher $2^1/_2$ %. Dabei war der Zins für 51,000 kleinere Wohnungen je nur Fr. 2.86 per Jahr, also wenig mehr als 5 Rappen per Woche. Allerdings wurde nachträglich die Bewilligung nachgesucht, für den Zins ein Minimum von Fr. 6.25, also 12 Rappen per Woche festsetzen zu dürfen. Daneben wurde noch eine öffentliche Steuer von $^3/_{10}$ % bezogen.

Es zeigt dieß Beispiel jedenfalls, wie äußerst billig das Wasser bei allgemeiner Betheiligung abgegeben werden kann. Der gegenwärtige Preis in Manchester beträgt $3^3/_4$ % neben einer öffentlichen Steuer von $1^1/_4$ %. Weitaus am verbreitetsten ist in England der Ansatz von 5 %, so in Glasgow, bei den meisten Londoner Wasserwerksgesellschaften und zahlreichen andern Städten.

Die Ansätze von Brüssel mit $2^1/_2$—3 %, von Braunschweig mit 3 % und von Berlin mit 4% zeigen, daß auf dem Festlande eher noch weniger berechnet wird als in England.

Führt man den in Basel nach der Raumzahl berechneten Preis unter Berücksichtigung der Miethpreise der Häuser auf diesen Grundsatz zurück, so stellt er sich zu 6—10 % des Miethwerthes und rechtfertigt dadurch das oben über die Höhe dieses Zinses Gesagte.

Eine letzte Gruppe von Städten macht gar keine Verschiedenheit im Wasserpreis, sondern setzt für solchen *eine feste Summe* an. Es sind dieß einige kleinere deutsche Städte, Glauchau, Plauen, Reichenbach. Der Preis für eine Haushaltung beträgt hier Fr. 7.50 bis 9.50, ist somit äußerst billig, namentlich gegenüber Lyon mit dem Minimalansatz von 30 Fr. und Basel mit Zinsen von 6—175 Fr.

Wenn es sich darum handelt, zwischen den verschiedenen Systemen zu wählen, so muß vor allem das jenige einer Berechnung nach Ausmaß durch einen Kaliberhahn, außer Betracht

fallen, da diese Hähne an sich unvortheilhaft sind, und für neue Versorgungen die unbeschränkte Abgabe des Wassers zum Hausgebrauch unbedingt empfohlen worden ist.

Berücksichtigt man die hohen Beträge, welche bei einer Berechnung per Kopf auf ärmere, zahlreiche Haushaltungen fallen, so müssen diese ein unüberwindliches Hinderniß gegen die vor allem anzustrebende allgemeine Einführung der Hausabgabe bilden, und es fällt auch dieses System außer Betracht, so daß nur die Berechnung nach der Zahl der Räume, dem Miethwerth oder anderseits mittelst Wassermesser zu untersuchen bleibt.

Die Berechnung des Wasserzinses in Prozenten des Miethzinses rührt davon her, daß letzterer als Grundlage des Steueransatzes im Allgemeinen galt, somit die Wassersteuer wie eine andere öffentliche Steuer betrachtet wurde. Es kann nun nicht ohne Grund bestritten werden, daß der Miethzins eine richtige Grundlage für ein Steuersystem bilde, und die Frage aufgeworfen werden, ob nicht an andern Orten, wo die Vertheilung der Steuern auf einem andern System beruht, auch für den Wasserzins dieses andere System in Anwendung kommen solle, sei dieß nun eine Vermögens- oder eine Einkommenssteuer. Wenn irgendwo scheint jedoch beim Wasserzinse jene Vertheilung nach dem Miethzinse gerechtfertigt, da bei dieser sowohl dem Quantum des verbrauchten Wassers in großen, stark benutzten, daher rentabeln Wohnungen, als den Vermögensumständen der Steuerpflichtigen, des geringeren Zinses der ärmlichen Wohnungen wegen, Rechnung getragen ist.

Auch bei einer Berechnung nach der Zimmerzahl werden allerdings die geräumigen, vornehmern Wohnungen im Verhältniß zur Bewohnerzahl stärker belastet als die dichtbevölkerten, aus wenigen Räumen bestehenden, ärmlicheren Wohnungen, und es geschieht dieß noch um so mehr, wenn, wie in Basel der Fall, mit steigender Zimmerzahl auch der Einheitspreis steigt. Dagegen bleibt hier der für die Zimmer bezahlte Preis, der unter sonst gleichen Verhältnissen einen annähernden Maaßstab der Steuerkraft der Bewohner bildet, ohne Berücksichtigung, während er bei der Verlegung nach dem Miethzinse bedeutend ins Gewicht fällt.

Der Wasserzins muß sich nothwendig nach dem Grundstücke oder der Wohnung richten, er kann nicht mit den zufälligen Wechseln der Bewohner und deren verschiedenen Vermögensverhältnissen ebenfalls wechseln, er kann somit nicht in einer den letztern auser-

letzten Vermögens- oder Einkommenssteuer bestehen, sondern muß nach dem Grundstücke bemessen dessen Besitzer treffen, der sich dann indirekt an die Miether halten kann. Auch in dieser Hinsicht erhält somit die Berechnung nach dem Miethzins ihre volle Berechtigung, und erscheint selbst für die Orte, wo die Steuern nach andern Grundsätzen vertheilt werden, am angemessensten.

Dabei treten allerdings gewisse Schwierigkeiten in der Taxation ein, da eine besondere Schätzung des Miethwerthes der Häuser stattzufinden hat, während bei einer Berechnung nach der Zahl der Räume, sich die letztere leicht unmittelbar abzählen läßt. Doch ist auch jene Schätzung keineswegs sehr schwierig und die dadurch veranlaßten Umständlichkeiten wiegen die großen Vortheile dieses Systems, namentlich die, nie genug zu betonende, Erleichterung der Einführung der Wasserabgabe auch in die ärmern und mittleren Wohnungen jedenfalls nicht auf. Dabei ist der Zins so niedrig als möglich anzusetzen und ein Ausfall nach dem Beispiel Liverpools und Manchesters eher durch eine öffentliche Steuer zu decken. Ein Wasserzins von nur $1^1/_2$ bis $2^0/_0$ des Miethwerthes wird wesentlich zur Erreichung des angegebenen Zieles beitragen.

Von dieser Anschauung ausgehend kann auch der Bezug einer festen Summe nicht befürwortet werden, so niedrig dieselbe in den angegebenen Beispielen ist. Es sind hierbei entweder die Einnahmen zu niedrig oder dann werden die ärmlichen Wohnungen im Verhältniß zu den wohlhabenden zu stark belastet.

Da bei der Berechnung nach dem verbrauchten Quantum, das mittelst eines Wassermessers gemessen wurde, jede Berücksichtigung der Verhältnisse der Konsumenten unmöglich ist, entspricht dieses System unsern Anforderungen bei dem Wasser zum Hausbedarf ebenfalls nicht, so richtig es in technischer Hinsicht zur Kontrolirung allfälliger Verschwendungen sein mag.

Wasser zu verschiedenen andern Zwecken.

An den meisten Orten wird schon für besondere Verwendung innerhalb der Häuser, für Water-closets, Pissoir, Badzimmer, Waschküchen ein Zuschlag zum gewöhnlichen Wasserzins gemacht; überall geschieht dieß für Höfe und Gärten, sowie für Stallnngen.

Der Zins für das Wasser zum Spritzen von Höfen und Gärten berechnet sich durchweg nach der Quadratfläche derselben und beträgt pro Quadratruthe bei erstern 50 bis 60, bei letztern 10 bis

20 Rappen jährlich. Bei Stallungen wird pro Stück des in ihnen befindlichen Viehs gerechnet und zwar in Deutschland meistens ein Thaler (Fr. 3.75) pro Stück. Für die Bewilligung zur Anbringung von Feuerhähnen, welche nur in Brandfällen benutzt werden, müssen in deutschen Städten $2^1/_2$ bis $7^1/_2$ Fr., in Basel 10 bis 15 Fr. bezahlt werden.

Der Zins für die Water-closets beträgt da, wo solche besonders belastet werden, 3 bis 5 Fr., eben so viel oder etwas mehr als für einen bewohnten Raum.

An vielen Orten werden für einzelne Gewerbe, Bäckereien, Schlachthäuser, Bierbrauereien besondere Preise aufgestellt, wobei die für solche muthmaßlich verbrauchte Wassermenge als Grundlage dient.

Für alle diese verschiedenen Zwecke wäre jedenfalls eine Berechnung nach der wirklich verbrauchten Wassermenge, somit die Aufstellung eines Wassermessers am ehesten am Platz. Da ein solcher für den Hausverbrauch nicht passend gefunden wurde, müßte sich die Zuleitung beim Eintritt in das betreffende Grundstück in zwei Stränge theilen, in deren einem das Wasser zum Hausgebrauch ungemessen zu den verschiedenen Hähnen geführt, im andern dagegen ein Wassermesser eingeschaltet würde, von dem aus die verschiedenen Hähne für das Wasser zu besondern Zwecken zu speisen wären. Diese Anlage wird jedoch ziemlich komplizirt und es dürfte meistens die durch den Wassermesser gehende Wassermenge zu klein sein, um dessen Anbringung zu lohnen, so daß sich die Aufstellung eines Tarifs nach den angeführten Beispielen wohl rechtfertigt.

Wasser zu industriellen Zwecken.

Hier muß unter allen Umständen des schwankenden Verbrauches wegen eine Messung stattfinden, geschehe solche nun durch einen Kaliberhahn oder einen Wassermesser. Nach dem früher Gesagten kann man annehmen, daß das durch einen Kaliberhahn gemessene Wasser bei gleichem Preise der Maaßeinheit nicht unbedeutend theurer sei als das durch einen Wassermesser gemessene, was bei Vergleichung der verschiedenen Preisansätze nicht außer Acht gelassen werden darf.

Nach der mitgetheilten Zusammenstellung schwankt der Preis pro Maaßeinheit (100 Kubikfuß) an den verschiedenen Orten bei

größerem Verbrauch zwischen $8^1/_2$ und 90 Rappen. Am niedrigsten steht er bei großen Bezügen in Marseille, wo jedoch ein trübes Wasser geliefert wird und die ganze Anlage eine möglichste Steigerung des Wasserverbrauches, sogar zu den niedrigsten Preisen, wünschbar macht. Hierauf folgt Genf mit $15^1/_2$ Rappen und St. Etienne mit $18^1/_2$, an beiden Orten mit Messung durch Kaliberhähne. In zahlreichen, namentlich deutschen Städten steht der Preis bei einer Messung mittelst Wassermesser auf 25 bis 30 Rappen. Der niedrigere dieser beiden Ansätze dürfte mit Berücksichtigung des Gesagten nicht viel höher als der Preis in Genf und St. Etienne sein und ermöglicht jedenfalls einen reichlichen Wasserverbrauch in den verschiedenen Gewerben.

Ein höherer Preis wird in Paris, Dijon, Altona und bei nicht sehr großen Quantitäten auch in Lyon berechnet. Auch in Basel steht er auf 50 Rappen oder nahezu auf dem doppelten des Durchschnittes der deutschen Städte.

Für die Quellwasserversorgungen verschiedener Städte haben wir als Kosten eines Kubikfußes täglicher Wasserlieferung 5, 10 und 15 Frk. gefunden. Nimmt man an, daß für Verzinsung und Unterhalt 7 % dieser Ausgaben nöthig sind, so stellt sich die Maaßeinheit des gelieferten Wassers auf 10, 20 und 30 Rappen. Selbst bei theurer Wasserbeschaffung ist also ein Preis von 25 Rappen noch vollkommen im Stande, die Auslagen zu decken, und es muß ein Ansatz von 50 Rappen, wie solcher in Basel besteht, als übermäßig erscheinen.

Für neue Versorgungen kann daher ein Preis von 25 Rappen anempfohlen werden. Bei einigermaßen gehörigem Absatz wird derselbe hinreichen, um den durch öffentliche Steuern zu deckenden, von dem für öffentliche Zwecke verwendeten Wasser herrührenden Ausfall auf ein richtiges Maaß zu beschränken, anderseits nicht zu hoch sein, um einen steigenden Wasserverbrauch zu befördern.

Ertrag der Wasserversorgungen.

Das finanzielle Ergebniß der verschiedenen Wasserversorgungen ist sehr verschieden, je nachdem solche besser oder weniger gut durch Monopole geschützt sind und alle unentgeldlichen Wasserbezüge beschränken dürfen. Es wurde gezeigt, wie unter solchen Verhältnissen die Sheffield Wassergesellschaft, trotz des Unglücks, nach wie vor 5%

Dividenden bezahlte, wie die Londoner Gesellschaften, troß des theilweise mangelhaften Wassers, eine Reineinnahme ergeben, die zirka 4 3/4 % der Anlagekosten beträgt. Die 3 Wasserversorgungen der Compagnie générale des eaux in Paris, Lyon und Nantes ertrugen an Reineinnahmen im Jahre 1857: 7.12 %, 2.85 %, 4.79 %, im Jahre 1862: 9.34 %, 4.45 %, 7.61 %. Die Berliner Gesellschaft machte anfänglich sehr schlechte Geschäfte und erholt sich nur langsam, was wohl in der Konkurrenz durch die große Zahl Pumpbrunnen beruht. Noch geringer wird der Ertrag da sein, wo auf den Straßen reichlich unentgeldlich Wasser abgegeben wird. Der Erlös ist also immerhin ein ziemlich unsicherer, ja sogar für den Anfang fast gewiß ein ungünstiger, er soll aber auch in keiner Weise, weder für die ganze Einrichtung noch für die Preisansätze, den Ausschlag geben. Wo er nicht ausreicht, ist eben nach dem Beispiel Liverpools, Manchesters und Glasgows durch eine allgemeine Steuer nachzuhelfen, welche eine gerechte Bezahlung für das zu öffentlichen Zwecken verwendete Wasser bildet.

7. Stellung der Behörden zu den Wasserversorgungen.

Bei Betrachtung der einzelnen Städte ist auf das verschiedene Verfahren aufmerksam gemacht worden, das in dieser Hinsicht an verschiedenen Orten befolgt wird.

In England waren die Wasserversorgungen früher ausschließlich in den Händen von Privatgesellschaften. Die bei steigendem Verbrauch sich vermehrenden Anforderungen, denen von den Gesellschaften nicht vollständig Rechnung getragen wurde, sowie der Zusammenhang, in welchem diese Anlagen mit den anderweitigen öffentlichen Unternehmungen für sanitarische Verbesserungen stehen, führten in diesem, sonst jedem direkten Eingreifen der Behörden im höchsten Grade abgeneigten Lande, dazu, daß bei Erweiterung der Anlagen die Gesellschaften ausgekauft wurden, und die Versorgung an die Stadtbehörden übergieng. Es war dieß unter den angeführten Städten in Liverpool, Manchester und Glasgow der Fall, welche sich troß der enormen Summen, die auf die Auslösung verwendet wurden, bei dem Tausche keineswegs schlecht befinden. Für eine Verbesserung der Versorgung Londons wird in allen Projekten ebenfalls eine Auslösung der bestehenden Gesellschaften in

Aussicht genommen. Zahlreiche andere Städte sind in neuerer Zeit unmittelbar durch die Behörden mit Wasser versehen worden.

In neuester Zeit ist das Unglück von Sheffield diesem herrschenden Bestreben noch zu Hülfe gekommen und hat, wie wir gezeigt haben, die Mehrzahl der Experten zu dem Ausspruch geführt, daß eine so wichtige und eingreifende Unternehmung wie die Wasserversorgung einer Stadt nicht in die Hände einer Privatgesellschaft gelegt werden dürfe. Man muß allerdings gestehen, daß hier von der Gesellschaft, zuerst durch nachlässige Bauten und nachher durch Abwälzung des ganzen Schadens auf die Konsumenten, das Möglichste gethan wurde, um die Vermittlung von Privatgesellschaften bei derartigen öffentlichen Unternehmungen in Mißkredit zu bringen.

Auf dem Festlande ist in Paris die Wasserversorgung der ganzen Stadt durch Auskauf der Gesellschaft, welche früher die Banlieue mit Wasser versah, in den Händen der Stadtbehörden koncentrirt worden, durch welche nun die verschiedenen, beschriebenen Verbesserungen ausgeführt werden, während der Betrieb und Wasserverkauf in die Hände der Gesellschaft gelegt wurde.

Auch in Marseille waren ausschließlich die Behörden thätig, in Lyon dagegen ist die Anlage einer Gesellschaft übertragen worden, welche ihrer Aufgabe erst im Laufe der Jahre und nicht ohne ein thätiges Eingreifen der Behörden nachgekommen ist. Wenn durch den neusten Vertrag alle zur Erlangung der erforderlichen Wassermenge nöthigen Arbeiten der Stadt überbunden werden, die dafür durch geliefertes Wasser entschädigt wird, so bildet dieß in der That einen Uebergang zu der Ausführung durch die Behörden und die Einführung eines gemischten Systems, das kaum im Interesse der letztern liegen kann.

In Brüssel entschied man sich nach reiflichen Berathungen, gegenüber bestimmten Offerten von Gesellschaften, zu der Ausführung durch die Behörden, welche von dem Kollegium mit folgenden Worten empfohlen wurde: (Bericht vom 25. Januar 1851.)

„Man darf hier andere Gründe als nur die finanziellen sprechen lassen. Wenn wir verlangen, daß die Stadt selbst die Versorgung einrichte, geschieht es nicht bloß, um ihr die Einnahmen zu sichern, sondern auch, ja noch viel mehr, um ihr das zu sichern, was mehr werth ist als Geld, nämlich ihre Hoheitsrechte, ihre völlige Unabhängigkeit, daß sie nicht gegenüber einer Gesellschaft Verpflichtungen eingehe, welche in der Zukunft zu Verwick-

„lungen und Hemmungen führen, daß sie mit einem Worte voll„kommen frei bleibe, nach ihrem Gutdünken die Versorgung zu „ändern und auszudehnen, ohne dabei andere Rücksichten als die „der Bevölkerung zu Rath ziehen zu müssen.

„Uebergeben Sie die Wasserversorgung einer Gesellschaft, so „geben Sie die öffentlichen Interessen in die Hände von Privat„interessen. Welche Sorgfalt sie auf die Redaktion des Vertrages „verwenden mögen, immer werden Sie früher oder später gewahr „werden, daß man nicht alles vorausgesehen hat, Schwierigkeiten „tauchen auf, welche Sie nicht mehr allein lösen können. In den „Berathungen, welche daraus entstehen, hat die Stimme der gan„zen Stadt nicht mehr Gewicht als die der Geschäftsmänner, mit „denen Sie sich eingelassen haben, der Spekulanten, zu deren Vor„theil Sie Ihre und Ihrer Nachfolger Unabhängigkeit um den „Preis eines verdeckten Anleihens geopfert haben.

„In England, wo der Sinn für die Privatthätigkeit so all„gemein verbreitet ist, wo fast alle großen Unternehmungen mit „Privatmitteln ausgeführt werden, selbst da fängt man an zu „bedauern, daß man die Wasserversorgung Privatgesellschaften an„vertraut hat und trägt sich damit, die Konzessionen zurückzukaufen, „zu expropriiren. Es ist unsere Ueberzeugung, daß es im Interesse „der Stadt liegt, das Geschäft selbst durchzuführen und vollkommen „über das System der Versorgung Herr zu bleiben, und zwar eben „sowohl betreffend die innere Vertheilung als die Anlagen zur „Herleitung des Wassers von Außen, da beide gleich wichtig für „uns sind.“

Während das damals beantragte Projekt durch die nachfolgenden Berathungen in technischer Beziehung so gründlich als nur möglich geändert wurde, ist der obige Antrag angenommen worden, und hat man keinen Anlaß gehabt, dieß zu bedauern.

In Deutschland hat ebenfalls weitaus die Mehrzahl der Städte die Wasserversorgung selbst in der Hand behalten. Allerdings wurde diejenige Berlins durch eine Gesellschaft eingerichtet, aber es soll derselben ein Gesuch auf Verlängerung der Konzession abgeschlagen worden sein und die ziemlich ausgesprochene Absicht bestehen, nach Ablauf des Vertrages die Versorgung für die Stadt zu übernehmen, ja es haben die Stadtverordneten den Beschluß gefaßt, untersuchen zu lassen, ob nicht durch den Vertrag des Staats mit der Gesellschaft der Wasserwerke vom 11. Dezember

1852 wesentliche Rechte der Stadt Berlin verletzt seien und das Privilegium der Gesellschaft deßhalb anfechtbar sei.

In Basel ist ebenfalls eine Privatgesellschaft aufgetreten, welche es übernommen hat, das Wasser in die Grundstücke zu liefern, während die Stadt das unentgeldliche Wasser auf den Straßen und für die öffentlichen Brunnen beschafft. Es ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, wie viel Anlaß hier zu Streitigkeiten geboten ist.

Wenn es sich darum handelt, die Frage der Betheiligung der Behörden im Allgemeinen zu entscheiden, so wird vielfach entgegen den angeführten Beispielen hervorgehoben, wie Privatgesellschaften besser geeignet seien derartige Geschäfte zu betreiben als Behörden, die viel mehr Wechseln ausgesetzt sind und allen Forderungen, berechtigten und unberechtigten, zugänglicher sein müssen, dadurch Mehrauslagen und kleinere Einnahmen, sowie auch höhere Verwaltungskosten veranlassen. Es wird dafür namentlich das Beispiel der Eisenbahngesellschaften, wohl auch der Gasanstalten angeführt, die Aehnlichkeit mit Straßen und Brücken dagegen übersehen. Abgesehen davon, daß die Erfahrung in den meisten Städten, welche die Gasbeleuchtung selbst übernommen haben, zeigt, daß sich das Gemeinwesen besser stellt als beim Betrieb durch Privatgesellschaften, sind Wasserversorgungen wesentlich anderer Natur als Eisenbahnen und Gaswerke und müssen eher den Straßen gleich gesetzt werden.

Wenn irgendwo ein ungünstiger Boden zur unbefangenen Beurtheilung dieser Frage ist, so dürfte dieß in Zürich der Fall sein. Die äußerst günstigen Resultate einer von ausgezeichneten Männern geleiteten Eisenbahnunternehmung, die zum Aufblühen der Stadt und des ganzen Landes so wesentlich beigetragen hat, welche im wohlverstandenen Interesse den Wünschen des Publikums entgegen kommt und schließlich durch die, wenig rentablen Seitenlinien gewährte Unterstützung auch den weitgehendsten Forderungen zuvorgekommen ist, lassen nur die günstigen Zufälle einer Privatunternehmnng beobachten. Durch die, gleichviel aus welchen Gründen, äußerst ungünstigen Resultate einer benachbarten Staatsbahn und die berechtigte Abneigung gegen eine Centralisation der Eisenbahnen durch die Staatsbehörden, wird der Betrieb ähnlicher Unternehmungen durch die Behörden vollständig in Mißkredit gebracht.

Man übersieht dabei, wie sehr die Vorzüge jener Eisenbahnverwaltung mit den leitenden Personen zusammenhängen, wie wenig Sicherheit man hat, daß so günstige Zustände fortwährend bleiben und sich nicht einst denjenigen in der Verwaltung der Bahnen der französischen Schweiz nähern, welche wohl kaum sehr bestechend für die Verwaltung durch Privatgesellschaften sind.

Die Erfahrungen, welche hier mit der Gasanstalt gemacht worden sind, die Opfer, welche dadurch noch in neuster Zeit der Stadt auferlegt wurden, und namentlich auch die Ueberlegung, daß wohl niemand die Sorge für öffentliche Straßen und Brücken einer Privatgesellschaft übertragen wollte, sollten doch eine unbefangene Würdigung der hier in Frage kommenden Verhältnisse erlauben.

Es ist früher als Grundsatz aufgestellt worden, daß die Wasserlieferung bei Wasserversorgungen ganz von dem gewöhnlichen Handelsverkehr zu unterscheiden sei, daß eine Steigerung des Verbrauches gerade bei der ärmern Bevölkerung ein Hauptbestreben sein müsse, daß daher bei einer allfälligen Entschädigung durchaus nicht nur die Größe des Verbrauches, sondern eben so sehr die ökonomischen Verhältnisse der Konsumenten zu berücksichtigen seien, indem es sich nicht sowohl um einen hohen Ertrag als um allgemeine Verbreitung der Abnahme handle, und namentlich durch den großen Wasserverbrauch zu öffentlichen Zwecken die Deckung eines Ausfalles durch öffentliche Steuern sich eher rechtfertige als eine zu große Belastung der Wasserabgabe an Privaten. Wenn in solcher Weise der Ertrag des Unternehmens auf Kosten des Gemeinwesens ergänzt werden muß, nimmt dasselbe um so mehr die Natur eines öffentlichen an, und müßte der schlimmste Eindruck entstehen, wenn einerseits durch Steuern nachgeholfen werden müßte, andrerseits der Erlös eine Privatspekulation würde. Dadurch sollte hinlänglich bewiesen sein, wie verschieden eine Wasserversorgung von einer unabhängig dastehenden Eisenbahnunternehmung ist. Eine vermehrte Benutzung der letztern durch die Anwohner ist, abgesehen von dem unbestreitbaren Vortheil eines steigenden Verkehrs, für das Gemeinwesen keineswegs von so großem, direktem Vortheil wie die Steigerung der Reinlichkeit durch den vermehrten Wasserverbrauch; eine Benutzung zu öffentlichen Zwecken findet in viel zu beschränktem Maße statt, als daß dieselbe wesentlich ins Gewicht fallen würde, es besteht daher auch nirgends ein so enger Zusammenhang zwischen einem allfälligen Erlös zu Gunsten der Privaten und

Zuschüssen durch Steuern zu Lasten des Gemeinwesens. Der hauptsächlichste Unterschied liegt jedoch darin, daß während eine Wasserversorgung sich auf den engen Raum einer Stadt und die in dieser bestehenden Bedürfnisse beschränkt, der Geschäftskreis einer Eisenbahn keineswegs eine einzelne Lokalität betrifft, sondern daß dabei die allgemeinen Handelsverhältnisse und die Beziehungen zu den benachbarten Bahnen fast wichtiger als die Lokalverhältnisse sind. Zur Behandlung dieser Angelegenheiten ist eine Behörde wenig geeignet, so gut sie im Uebrigen die Lokalverhältnisse zu beurtheilen vermag.

Nähern sich Gasanstalten in dieser Hinsicht den Wasserversorgungen, so fällt doch bei ihnen der Umstand weg, daß eine Steigerung des Konsums, abgesehen von dessen Einfluß auf die Kosten, im öffentlichen Interesse liegt, da es gewiß gleichgültig ist, ob in den Häusern Gas oder anderes Licht gebrannt werde.

Um so größer ist die Aehnlichkeit mit öffentlichen Straßen und Brücken, wo eine richtige Einsicht in die Verkehrsverhältnisse dazu führt, von der früher gar nicht seltenen Erstellung durch Privatgesellschaften mit Deckung durch Zölle abzusehen und letztere, wo sie noch bestehen, auszulösen.

Alle diese Betrachtungen sollten bewirken, daß man sich bei der Einrichtung von Wasserversorgungen nicht zu sehr durch Ansichten, die man sich bei andern Unternehmungen gebildet hat, leiten läßt, sondern die Erfahrungen, die bei Wasserversorgungen anderwärts gemacht wurden, benützt und nur nach diesen entscheidet.

Vor Allem aus ist der Umstand wichtig, daß hier keine Konkurrenz möglich ist. Die öffentlichen Straßen werden durch die Leitungen verschiedener Art, Abzugskanäle und Gasleitungen, so in Anspruch genommen, daß eine Unternehmung für die Wasserversorgung, sei es daß solche ein einfaches Röhrensystem oder gar ein doppeltes für verschiedene Wasserqualitäten legt, diese Inanspruchnahme vollständig auf das zuläßige Maaß bringt. Eine weitere Vermehrung der Leitungen mit den ihnen anhängenden, unvermeidlichen Störungen des Verkehrs ließe sich nicht rechtfertigen, und wäre um so nachtheiliger, wenn die Leitungen in verschiedenen Händen sich befänden. Dazu kommt noch, daß durch eine Theilung der Leitungen bei gleicher Gesammt-Wasserlieferung die Kosten für das Leitungsnetz unverhältnißmäßig gesteigert werden, daher auch die Wasserzinse höher sein müssen, um die Ausgaben zu decken.

Jede Unternehmung müßte sich für den größtmöglichen Bedarf vorsehen und bedeutende Summen, welche schließlich doch durch die Konsumenten zu decken sind, unnöthig verausgaben.

Unter gleichen Umständen muß also eine Wasserlieferung durch verschiedene Unternehmungen einer Bevölkerung unverhältnißmäßig größere Opfer auflegen, als eine solche durch eine einheitliche Unternehmung, und man muß im allgemeinen Interesse eine solche Theilung als unstatthaft und die Verleihung eines Monopols an eine einzige Unternehmung als vortheilhaft bezeichnen.

Allerdings lassen sich Fälle anführen, wo man sich veranlaßt sah, verschiedene Unternehmungen zu gestatten. Es ist dieß zum Beispiel bei der Gasbeleuchtung Berlins der Fall, wo nachträglich neben der englischen Gasbeleuchtung eine städtische errichtet wurde, welche auf die Preise vom vortheilhaftesten Einfluß war. Wenn diese günstige Wirkung trotz der Kosten für zwei Leitungsnetze eingetreten ist, werden solche dadurch keineswegs im Allgemeinen gerechtfertigt, so sehr sie auch unter den vorliegenden Verhältnissen am Platz waren Das Gleiche gilt auch von den zahllosen Wasser- und Gasröhren in den Straßen Londons.

Die Wasserlieferung durch freie Konkurrenz ist somit unmöglich, und damit fällt das wichtigste Mittel für eine vortheilhafte Betheiligung von Privatgesellschaften weg. Eine freie Konkurrenz nöthigt diese, gern oder ungern, in ihrem eigenen Interesse den Begehren der Konsumenten entgegen zu kommen und solche durch gute Bedienung an sich zu ziehen; das Privatinteresse wird in die richtigen Schranken zurückgedrängt, und es tritt das öffentliche Interesse oder wenigstens dasjenige der Mehrheit der Konsumenten in den Vordergrund. Sobald jene Konkurrenz wegfällt, tritt dagegen das Privatinteresse ausschließlich hervor und wird nur durch die, so viel als unbedingt nöthig, eingehaltenen Vertragsbestimmungen beschränkt. Dann gilt in vollem Maaße, was bei der Brüsseler Wasserversorgung angeführt wurde. So gut auch der zu schließende Vertrag entworfen zu sein scheint, werden mit der Zukunft Lücken zu Tage treten oder Aenderungen nothwendig werden. Dann wird man überall die Erfahrung machen, daß eine, mit einem Monopol versehene Gesellschaft ihre Interessen nie besser zu wahren weiß, als in Unterhandlungen mit den Behörden, und daß sie hier gewiß nie zu kurz kommt, selbst wenn sie sich einzelnen Konsumenten gegenüber nachgiebig zeigt.

Aehnliche Gründe, welche bei der Vertheilung ein Monopol nothwendig machen, bestehen auch bei der Zuleitung. Die Fälle sind selten, wo ohne größere Anlagen und Kapitalverwendung ein beliebiges Wasserquantum beschafft werden kann, und wo die Auslagen für Wasserbeschaffung nur im einfachen Verhältniß zur Wassermenge stehen, so daß eine Theilung keine Vermehrung der Auslagen zur Folge hätte. In allen andern Fällen würde aber eine solche Theilung die Gesammtkosten und damit die Lasten der Konsumenten vermehren, so daß sich auch hier ein Monopol begründet.

Geht durch die Nothwendigkeit eines Monopols der hauptsächlichste Vortheil der Privatthätigkeit verloren, so widerspricht die Forderung, daß beim Ansatz der Preise und bei der Einrichtung der ganzen Anlage nicht das finanzielle Resultat, sondern die Erzweckung einer möglichst allgemeinen Wasserabnahme maaßgebend sein solle, ganz direkt dem Wesen einer Privatunternehmung. Allerdings wird auch eine solche durch niedrige Preise und gute Einrichtungen den Absatz zu vermehren suchen, aber nur so lange als dadurch die Gesammteinnahme vermehrt wird. Weiter zu gehen würde einen Verlust verursachen und darf billigerweise nicht gefordert werden. Die von uns verlangte Ausdehnung wird aber meistens weiter gehende Erleichterungen verlangen, so daß schon früher eine Beihülfe durch öffentliche Zuschüsse in Aussicht genommen wurde.

Welche Uebelstände und schlimmen Eindrücke eine zeitweilige Deckung von Rückschlägen durch Steuern und nachherige Vertheilung von Dividenden an die betheiligten Privaten zur Folge haben muß, ist schon oben angeführt worden.

Wenn irgend eine Unternehmung eignet sich somit eine Wasserversorgung zur Ausführung durch die Behörden, welche allein im Stande sind, allen Anforderungen Rechnung zu tragen.

Die Inanspruchnahme von Privatgesellschaften geschieht gewöhnlich, wenn man auch andere Gründe vorschützen mag, im Interesse einer leichteren Geldbeschaffung, sie bildet bloß ein verstecktes Anleihen. Die früher angegebenen Resultate zeigen, daß der Erfolg namentlich für den Anfang ein unsicherer ist; man muß sich daher dieser Unsicherheit wegen ungünstige Bedingungen bei einem solchen Geschäft gefallen lassen, so daß eine Stadt mit nur einigermaßen solider Verwaltung durch ein gewöhnliches Anleihen billigeres Geld

für eine Wasserversorgung erhalten wird, als durch die Vermittlung eines Spekulationsgeschäftes, das sicher kein Geld verlieren, sondern gewinnen will.

Sollte aber wirklich diese Absicht mißlingen, die Unternehmung auch während eines längeren Zeitraumes Geld verlieren, und dieser Verlust somit den Behörden erspart werden, so macht sich dieß im Betrieb bald auf eine den Konsumenten äußerst unangenehme Weise bemerkbar und es treten alle jene Uebelstände, welche den Privatunternehmungen überhaupt zugeschrieben wurden, in erhöhtem Grade zu Tage. Wenn es nun den Behörden gelingt, die ganze Versorgung billig zu übernehmen, so haben solche allerdings ein gutes Geschäft gemacht. Doch dürfte es kaum am Platze sein, bei öffentlichen Unternehmungen von der Wichtigkeit einer Wasserversorgung in solcher Weise zu rechnen; man dürfte dabei genau betrachtet, doch ungünstiger fahren, als wenn die Ausführung von Anfang an nur mit Rücksicht auf das öffentliche Interesse geschehen wäre.

Oft sucht man wohlfeileres Geld oder günstige Bedingungen dadurch zu erhalten, daß man mittelst Garantie eines gewissen Zinses die ungünstigen Zufälle auf die Gemeinde überträgt und dem Unternehmer nur die günstigen läßt. Ein solches Zwischending ist aber im vorliegenden Fall gewiß der unglücklichste Ausweg. Fällt schon durch Ertheilung eines Monopols der rechte Sporn für eine Privatunternehmung weg, so wird dieselbe bei der Sicherheit eines gewissen Erlöses ganz gleichgültig, sobald sie sich überzeugt, daß ein bedeutender Gewinn nicht zu machen sei. Alle Ausfälle, die jetzt durch Nachläßigkeit und Gleichgültigkeit entstehen, müssen ja nicht durch den Schuldigen, sondern durch die Gemeinde bezahlt werden, welche zu der Verwaltung nichts zu sagen hat, und man darf sicher sein, daß jetzt die Zuschüsse auf allgemeine Kosten viel größer sein werden, als wenn die Verwaltung auch in öffentlichen Händen liegen würde.

Sollte man sich dessenungeachtet zur Vergebung an eine Privatunternehmung entschließen, so darf man die früher aufgestellten Grundsätze nicht aus den Augen lassen und nicht glauben, daß durch harte Bedingungen, wie zum Beispiel ein großes Quantum unentgeldlich abzugebenden Wassers, dem Gemeinwesen gedient sei. Man würde sich dadurch ganz von dem Zweck entfernen, den wir als Ideal einer Wasserversorgung bezeichneten, nämlich allgemeine Verbreitung der Hausabgabe. Dieses Ziel muß man auch jetzt noch

mit allen möglichen Mitteln, namentlich durch zweckmäßige Bestimmung über den aufzustellenden Tarif anstreben. Es wird so vielleicht gelingen, sich den Vortheilen einer Versorgung durch die Behörden wenigstens zu nähern.

Lädt man der Gesellschaft andere Opfer auf, so muß man sich klar machen, daß dadurch nur den Wasserbezügern eine Steuer aufgeladen wird, und der Verbreitung der Wasserabnahme in ärmere Wohnungen Abbruch geschieht. Wenn in Lyon der Gesellschaft die Erstellung eines Theils des Kanalnetzes überbunden wurde, so müssen die Wasserbezüger diese Baute bezahlen auf Rechnung jener, welche kein Wasser nehmen, aber doch die Kanäle benutzen. Aehnlich verhält es sich mit vielen andern Bedingungen.

Der Ansicht, daß eine Privatunternehmung besser im Stande sei, für Ausdehnung, billige Verwaltung und Betrieb einer Unternehmung zu sorgen, daß aber gleichwohl die Wasserversorgung eine öffentliche Unternehmung sein müsse, wurde in Paris in der Weise Rechnung getragen, daß die Behörden für die Lieferung des Wassers sorgen und Eigenthümer der ganzen Versorgung mit ihren verschiedenen Anlagen sind, daß dagegen der Verkauf des Wassers einer Gesellschaft übertragen ist. Während früher die Wasserwerke der innern Stadt der Stadtverwaltung gehörten und von ihr betrieben wurden, die verschiedenen Pumpwerke in der Banlieue dagegen der Compagnie générale des eaux gehörten, wurden bei Anlaß der Ausdehnung des Stadtbannes bis an die Festungswerke auch diese Anlagen von der Stadt angekauft, dagegen der Wasserverkauf für die ganze Stadt jener Gesellschaft übertragen. Sie besorgt somit durch ihre Agenten den Detailverkauf des Wassers. Eine Folge dieser Maaßregel war in der That eine bedeutende Zunahme in der Zahl der Abonnements. Die Gesellschaft erhält als Vergütung für ihre Bemühungen $1/4$ des Reinertrages aus dem verkauften Wasser, während die übrigen $3/4$ der Stadt zufallen.

Sofern man eine durch die Behörden aufgestellte Verwaltung zu einem solchen Verkehr mit den Privaten nicht für geeignet hält, bildet jedenfalls dieses Verfahren einen vortheilhaften Ausweg. Für jeden einzelnen Fall wird man sich darüber Rechenschaft geben, ob der zu erzielende Mehrabsatz die an die Privatunternehmung zu bezahlende Provision rechtfertige.

Eine vermehrte Berechtigung erhält dieses System, wenn mehrere unabhängige Gemeinden durch eine Wasserversorgung bedient

werden sollen, ohne sich gleich anfänglich über ein gemeinsames Vorgehen verständigen zu können. Jene Theile, welche dem Bedürfniß nach einer sofortigen Ausführung Rechnung tragen, können sich durch ihre Behörden genügendes Wasser verschaffen, während eine Privatgesellschaft den Verkauf und die Leitung dieses Wassers auch in die nicht betheiligten Gegenden übernehmen und so zur leichten Durchführung der ganzen Unternehmung mitwirken kann.

Unter Umständen kann somit eine Privatunternehmung ein passendes Mittelglied zum Verkauf des durch die Behörden herbeigeschafften Wassers an die verschiedenen Privaten sein.

Das Vorstehende sollte genügend darthun, daß nach den allgemeinen Erfahrungen eine möglichste Steigerung und Verbreitung des Wasserbezuges, eine dadurch bewirkte vollständige Verdrängung der Pumpbrunnen und anderer unvollkommener Bezugsquellen von höchstem Interesse für eine Stadt sind, daß solche Anlagen daher nicht als Finanzspekulationen, sondern als Bauten zum öffentlichen Wohl betrachtet werden müssen und demgemäß zu organisiren sind, daß man ferner nicht bloß die Bedürfnisse der Gegenwart, sondern die nirgends ausbleibende Steigerung des Verbrauchs ins Auge fassen muß. Die angeführten Beispiele dürften dann vor mancherlei Mißgriffen bewahren, wie sich solche selbst bei neuern und neusten Unternehmungen finden, und es ermöglichen, Einrichtungen zu schaffen, welche für alle Zeiten Befriedigung gewähren. Sie zeigen, daß den Hülfsmitteln der Gegenwart so zu sagen nichts unmöglich ist, und Bauten erstellt worden sind, welche den vielbewunderten des Alterthums nicht nachstehen, daß aber nicht die Großartigkeit, sondern einzig und allein eine, den richtig beurtheilten Bedürfnissen entsprechende Ausführung derartigen Anlagen ihren Werth verleiht.

Beilage I.

Wasserverbrauch verschiedener monumentaler Brunnen.

	Kubikfuß per Stunde.
Paris.	
Fontainen auf dem Platz de la Concorde, jede einzelne	7300
Fontaine auf dem Rond point der Champs Elisées . .	3300
„ im Palais Royal	3100
„ auf dem Platz Richelieu	1200
„ auf dem Platz St. George	130
(Dupuit distribution des Eaux.)	
London.	
Fontainen auf dem Trafalgar Square, jede	7700
Stuttgart.	
Fontainen auf dem Schloßplatz	7500
(Fölsch, Wiens Wasserversorgung.)	
Lyon.	
Fontaine auf dem Platz Bellecourt	5350
„ des Terreaux	1600
„ Napoleon	1500
„ beim Jardin des Plantes	1200
„ beim Port St. Clair	740
„ auf dem Platz St. Jean	370
Fontainen kleinerer Art auf 7 Plätzen	530
(Nach Dumont, les Eaux de Lyon et de Paris, die durch den Vertrag bestimmte Vertheilung des Wassers auf die öffentlichen Brunnen, welche sich jedoch in der Folge gänzlich geändert hat.)	
Brüssel.	
Fontaine im Schloßpark per Tag 52,000 Kubikfuß, somit bei 10stündigem Spiel	5200
(Bulletin communal 1857.)	
Dijon.	
Fontaine vor der Porte St. Pierre	2400
(Darcy les Fontaines publiques de la ville de Dijon.)	

17

Beilage II.

1. Wasserbrauch und Anlagekosten in verschiedenen Städten.

Städte.	Einwohnerzahl.	Wassermenge per Tag.	Wassermenge pro Kopf und Tag.	Anlagekosten.	Bemerkungen.
		Kubikfuß.	Kubikfuß.	Fr.	
Liverpool	600,000	2,750,000	4.6	47,500,000	ohne die Kosten für das Pumpen.
Manchester . . .	600,000	4,000,000	6.7	37,500.000	Wassermenge nach Vollendung der ganzen Anlage.
Dewsbury . . .	40,000	—	—	3,250,000	
St. Etienne . . .	100,000	320,000	3.2	—	1. kleinste Wassermenge.
		640,000	6.4		2. durchschnittliche Wassermenge.
Paris	2,000,000	16,710,000	8.3	—	Wassermenge nach Vollendung der projektirten Erweiterungen.
Dijon	30,000	220,000	7 3	1,180,000	
Besançon	44,000	320,000	7.3	1,600,000	
Brüssel	250,000	750,000	3.0	7,557,000	
Basel	50,000	372,000	7.4	2,700,000	Gesammtwassermenge ohne die Lochbrunnen. Wasser der neuen Versorgung 300,000 Kubikfuß.
Glasgow	450,000	3,300.000	7.4	39,800,000	Gegenwärtige Wassermenge der Loch Katrine-Versorgung.
New-York . . .	500,000	6,000,000	12.—	67,625,000	
Genf	60.000	393,000	6.5	—	
Lyon	300,000	1,670,000	5.6	8,700,000	ohne die Kosten für das Pumpen und die Anlagekosten des Kanalnetzes.
Magdeburg . . .	80,000	460,000	5.—	—	
Leipzig	85,400	300,000	3.5	2,800,000	
Karlisle	32.000	165,000	5.—	—	
London	3,760,000	18,270,000	4.9	215.356,000	
Berlin	500.000	—	—	12,000 000	
Altona	46,000	—	—	2,000,000	

Die in den meisten Werken mitgetheilten Zusammenstellungen der Wassermenge in zahlreichen Städten mit ältern Versorgungen haben zu wenig Bedeutung für eine neue Versorgung, als daß hier auf solche näher einzutreten wäre.

2. Wassermenge nach den Anforderungen verschiedener Schriftsteller.

a. **Darcy**, Les Fontaines publiques de la ville de Dijon.

Es geht aus den angestellten Berechnungen hervor, daß 150 Liter (5.5 Kubikfuß) per Kopf und Tag der Betrag sind, den man als genügend für eine wohlversehene Wasserversorgung betrachten muß. Diese Zahl ist keineswegs überspannt.

b. **Aristide Dumont**, Pratique des distributions d'eaux.

Der Ansatz von 200 Liter (7.4 Kubikfuß) per Kopf und Tag scheint uns im Allgemeinen nothwendig, um allen Versorgungszwecken vollständig zu genügen. Wenige Städte erfüllen noch diese Bedingung.

c. **Aug. Fölsch**: Wasserversorgung Dresdens.

Bei einer gegenwärtigen Bevölkerung von 128,000 Seelen und einem jährlichen Zuwachs von 3 % in den letzten 12 Jahren werden als Minimalbedarf 680,000 Kubikfuß täglich oder zirka 5 Kubikfuß per Kopf sofort, dagegen 840,000 Kubikfuß für die fernere Zukunft in Aussicht genommen.

Hamburg konsumirt täglich 3.5 Kubikfuß per Kopf der Bevölkerung und scheint bei dem Maximum des Bedarfs angelangt zu sein. So weit bekannt, besteht in Deutschland keine einzige größere Stadt, welche einen solchen Wasserverbrauch aufzuweisen vermöchte.

d. **Robert Rawlinson**: Rathschläge für Kanalisation und Wasserversorgung.

Das durch eine öffentliche Wasserversorgung gelieferte Wasser sollte nicht weniger als 20 Gallonen (3.4 Kubikfuß) per Kopf und Tag betragen. In Städten unter 20,000 Einwohnern schließt dieß das Wasser für öffentliche Zwecke und für industrielle Gewerbe ein.

3. Vertheilung des Wasserverbrauches zu den verschiedenen Zwecken.

a. Wasserversorgung von London. 1850.

(Report by the General Board of Health, on the Supply of Water to the Metropolis.)

Bezeichnung der Wasserwerksgesellschaft.	Hausverbrauch.	Große Privat-Bezüge.	Zum Spritzen der Straßen.	Zum Spühlen der Kanäle.	Bei Feuersbrünsten.
New River	93.10	5.56	0.87	0.24	0.19
East London	89.38	8.68	0.35	0.71	0.86
Southwark und Vauxhall	82.90	13.94	1.96	1.18	—
West-Middlessex	91.18	1.65	2.15	5.05	—
Lambeth	81.25	14.62	2.53	0.93	0.62
Chelsea	89.57	6.52	2.50	1.04	0.35
Grand Junction	87.21	6.49	4.26	2.00	0.02
Kent	89.89	3.47	5.71	0.86	0.05
Hampstead	94.14	0.59	4.32	0.91	—
Durchschnitt	89.28	7.17	1.69	1.10	0.03

b. Wasserversorgung von Paris im Jahr 1854.

Oeffentliche Zwecke.	% des täglichen Wasserverbrauchs.	
Monumentale Brunnen	11.4	
Straßenbrunnen	5.3	
Brunnen zum Spühlen der Straßenschaalen	41.0	
Straßenspritzen und Feuersbrünste	6.8	
		64.5
Privatverbrauch.		
Fontaines marchandes	1.4	
Hauskonzessionen: Staat	4.4	
Departement	0.1	
Stadt	9.0	
Privaten	20.6	
		35.5
Total		100.—

Gesammtverbrauch per Tag $3^1/_4$ Million Kubikfuß auf $1^1/_{10}$ Million Einwohner.

(Documents relatifs aux eaux de Paris 1861.)

c. Wasserversorgung von Paris.

Für die Zukunft voraussichtlich nothwendiges Wasser.

Oeffentliche Zwecke	59.5 %
Privatverbrauch	40.5
	100.0 %

Gesammtverbrauch per Tag $15^1/_2$ Millionen Kubikfuß auf $2^1/_2$ Millionen Einwohner.

(Moniteur 10 Février 1866.)

d. Wasserversorgung von Glasgow.

Manchester Corporation Waterworks Bill. Proceedings before Comittee 1858.

Aussagen von J. F. Bateman. Das verbrauchte Wasser beträgt ungefähr 3.4 Kubikfuß (20 Gallonen) per Kopf und Tag inklusive dasjenige zu gewerblichen Zwecken. Der Hausverbrauch ist 2.0 bis 2.5 Kubikfuß (12—15 Gallonen). Der Rest wird für Gewerbe verbraucht.

In Manchester ist der gegenwärtige Wasserverbrauch 1,850,000 Kubikfuß pro Tag bei 500,000 Seelen. Zieht man einen Drittel für gewerbliche Zwecke ab, so giebt dieß 2—2.5 Kubikfuß per Kopf und Tag für den Hausgebrauch.

In Glasgow, wo die Bevölkerung des Versorgungsgebietes 400,000 Seelen beträgt, ist der Wasserverbrauch ungefähr 2,700,000 Kubikfuß täglich oder 6.7 Kubikfuß per Kopf. Dieß umfaßt den ganzen Verbrauch. Ein Auszug des für gewerbliche Zwecke verwendeten Wassers ergab, daß für den Hausverbrauch allein 6 Kubikfuß per Kopf und Tag verlangt werden.

Beilage III.

Beobachtungen über Regenhöhe, versickernde und abfließende Wassermenge.

1. Regenhöhe in Zürich.

	Beobachtungen in den Jahren 1708—1853. Monatsmittel.			Beobachtungen in den Jahren 1830—1863. Monatsmittel.		
	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Januar	0.42	1.70	3.55	0.12	2.07	4.97
Februar	0.13	2.17	8.20	0.15	1.68	3.13
März	0 68	2.29	4.26	0.42	1.90	4.16
April	0.57	2.57	5.58	0.04	2.59	7.57
Mai	0.73	2.61	4.89	1.20	3.19	6.00
Juni	1.12	3.54	6.95	1.13	3.92	7.68
Juli	1.39	4.17	8.04	1.37	4.21	9.72
August	1.28	3.28	6.92	2.33	3.96	6.89
September . . .	0.39	2.32	4.95	0.99	3.77	6.70
Oktober	0.14	2.71	5.20	1.31	2.82	6.43
November . . .	0.34	1.71	5.22	0.56	2.55	5.21
Dezember . . .	0.33	2.72	6.34	0.01	1.77	5.59
Jahresmittel	21.54	31.88	40.50	25.07	34.32	44.94
Mittel des Sommerhalbjahres April bis Septbr.		18.6			21.6	
Mittel des Winterhalbjahres Oktober bis März		13.3			12.7	

2. Regenhöhe und versickernde Wassermenge in England.

a. Beobachtungen von Mr. Dickinson in Apsly Mill bei Watford, Hertfordshire, 1836—1843 in sandigem, kiesigem Lehm, der auf Kreide aufliegt. General board of health. Minutes of information on Drainage of land forming sites of towns. 1852.

		Regenhöhe.	Filtrationsmenge.	Verhältniß der Filtrationsmenge zum ganzen Regenfall.
		Zoll.	Zoll.	%
Monatsmittel	Januar . .	1.57	1.11	70.7
„	Februar . .	1.67	1.32	78.5
„	März . .	1.37	0.92	66.6
„	April . .	1.24	0.26	21.0
„	Mai . . .	1.58	0.09	5.8
„	Juni . . .	1.88	0.03	1.7
„	Juli . . .	1.94	0.03	1.8
„	August . .	2.06	0.03	1.4
„	September .	2.24	0.31	13.9
„	Oktober . .	2.40	1.19	49.5
„	November . .	3.26	2.77	84.9
„	Dezember . .	1.53	1.53	100.—
	Jahresmittel	22.7	9.6	42.4
Mittel für das Sommerhalbjahr April bis September . .		10.7	0.76	7.1
Mittel für das Winterhalbjahr Oktober bis März . . .		11.8	8.8	74.5

Diese Beobachtungen in Apsley Mill sind nach Beardmores Manual of Hydrology noch bis zum Jahr 1859 fortgesetzt worden.

Die Beobachtungen während diesen 16 Jahren ergeben als Mittelzahlen:

	Regenhöhe.	Filtrationsmenge.	Verhältniß.
	Zoll.	Zoll.	%
Januar . .	2.05	1.26	61.9
Februar . .	1.30	0.77	56.4
März . . .	1.34	0.58	44.1
April . . .	1.63	0.17	10.5
Mai . . .	1.63	0.09	5.5
Juni . . .	1.64	0.01	0.6
Juli . . .	2.34	0.08	3.4
August . . .	2.00	0.00	0.0
September .	1.85	0.01	0.7
Oktober . .	2.93	0.63	21.5
November . .	1.84	0.87	44.6
Dezember . .	1.58	0.93	58.3
Jahresmittel	22.13	5.40	24.4
Sommerhalbjahr	11.10	0.36	3.3
Winterhalbjahr	11.30	5.03	45.6

Es ist auffallend, wie sehr hier die Filtrationsmenge abgenommen hat, so daß die Vermuthung nahe liegt, es sei im Jahr 1844 die Auffüllung im Filtrationsmesser verändert worden. Auch überdieß scheint die Filtration mit der Zeit stätig abzunehmen, was sich nur durch ein Zusammensinken des Füllmaterials erklärt.

Es ist nicht ohne Interesse, die kleinsten Filtrationsmengen und diejenigen für die trockensten Jahre zu kennen.

	Regenhöhe. Zoll.	Filtrationsmenge. Zoll.	Verhältniß. %
Mittel der Jahre 1849 und 1840	19.18	1.41	7.4
„ 1853 und 1854	19.86	2.44	12.3
„ 1858 und 1859	22.58	3.32	14.7

b. Beobachtungen von **Mr. Charles Charnock** in **Holmfield House** neben **Ferrybridge** in der Grafschaft York in Dolomitboden, Mittel der Jahre 1842—1846.

	Regenhöhe.	Filtrationsmenge.	Verhältniß.
Jahresmittel	20.5	4	20
Mittel des Sommerhalbjahres April-September	11.7	1.5	13
Mittel des Winterhalbjahres Oktober-März	8.8	2.5	28

c. Beobachtungen von **Dalton** und **Thomas Hoyle** in Manchester. 1796—1798.

Jahresmittel	28	7	25
Mittel des Sommerhalbjahres . .	16.1	2.2	13.3
„ des Winterhalbjahres . . .	11.9	4.8	41

d. Angaben von **Mr. Prestwich** für verschiedene Terrainformationen in der Umgebung Londons (**Samuel Hughes Water Works.**)

Unterer tertiärer Sand	21	10	48
Oberer Grünsand	23.3	8	36
Unterer Grünsand	22	13	60

e. Beobachtungen in **Hinxworth** von **Mr. J. Bailey Denton**, Ingenieur, über die Wasserlieferung einer drainirten Fläche 1856—1857, (**Manual of Hydrology by N. Beardmore. 148.**)

Oktober	1.40	0.22	15.6
November	1.38	0.39	28.4
Dezember	1.05	0.63	60.0
Uebertrag	3.83	1.24	

Uebertrag	3.83	1.24	
Januar	1.98	1.50	75.7
Februar	0 16	0.62	387.—
März	0.70	0.23	33.3
April	1.22	0.30	24.1
Mai	0.64	0.15	22.5
Total	8.53	4.04	47.4

Das Ablaufwasser aus der Drainirung wurde täglich beobachtet und ist oben als Filtrationsmenge eingeführt. Die beobachtete Fläche umfaßt zirka 130 Jucharten, und besteht zum Theil aus Kreideboden, zum Theil aus Gault-Lehm. Die Drainirleitungen liegen zirka $4^1/_2$ Fuß tief und sind 25—174 Fuß von einander entfernt.

Die Versuche unter a, b und c sind mittelst eines Dalton'schen Infiltrationsmessers angestellt, bestehend aus einem unten geschlossenen, blechernen Gefäß von 3 Fuß Höhe, das in die Erde eingegraben, mit etwas Kies und darüber mit dem zu beobachtenden Boden, möglichst der natürlichen Lagerung entsprechend, aufgefüllt wird. Die Oberfläche wird genau nach dem umgebenden Boden abgeebnet und wie vorher angepflanzt. Von dem Boden des Gefäßes aus führt eine Röhre zu einer Flasche, in welcher das bis hierher gelangte Wasser beobachtet wird. Die Anordnung dieses Instrumentes stützt sich auf die Voraussetzung, daß in 3 Fuß Tiefe jede Verdunstung aufhöre, somit das bis hierher dringende Wasser dem auch in größere Tiefe versickernden entspreche.

Die Resultate der Beobachtung sind, wie sich übrigens zum Voraus erwarten läßt, sehr verschieden, so daß sich nur eine ungefähre Mittelzahl annehmen läßt. Entsprechend der ersten Serie der Beobachtungen in Apsley Mill (a) darf man die Versickerungsmenge für das Sommerhalbjahr = 10 %,
für das Winterhalbjahr = 75 „
durchschnittlich = 42 „
der Regenmenge setzen. Es stimmt dieß mit den Angaben unter d und ist für das Sommerhalbjahr eher weniger, für das Winterhalbjahr dagegen bedeutend mehr als nach den Beobachtungen unter b, c und e. Nach letztern müßte man für das Winterhalbjahr eher 45 % und für das ganze Jahr bloß 25 bis 30 % ansetzen.

Je nach der Vertheilung des Regens auf die verschiedenen Jahreszeiten ändert sich nun auch die jährliche Versickerungsmenge.

Bei gleichmäßiger Vertheilung in England beträgt der Jahresdurchschnitt bei den obigen Verhältnißzahlen 42.5 %. Bei der in Zürich beobachteten Vertheilung, wo zirka 60 % des Regens auf den Sommer und bloß 40 % auf den Winter treffen, berechnet sich das Jahresmittel, bei 10 % Versickerung für den Sommer, 75 % für den Winter, zu 36 % oder für die Mittelzahlen der Jahre 1830—1863 zu 34 %, welche Zahl im Text als gültig angenommen worden ist.

f. Beobachtungen über die Versickerungsmenge in Zürich.

Seit Ende 1866 wurden durch das technische Bureau der Stadt in der Nähe von Zürich an zwei Dalton'schen Versickerungsmessern Versuche angestellt. Dieselben sind im Adlisberg in einer Höhe von 2200' über Meer eingegraben und zwar der eine in Wiesboden, der andere in Waldboden, an nahezu ebenen Stellen. Der Regenmesser, mit welchem deren Angaben verglichen werden können, befindet sich leider in ziemlichem Abstand und bloß in zirka 1600' Höhe in der hiesigen Sternwarte. Es wurde anfänglich beabsichtigt, unmittelbar neben dem Regenmesser in dem günstig gelegenen Garten der Sternwarte noch einen dritten Filtrationsmesser aufzustellen; dieß mußte jedoch unterbleiben, da eine betreffende Anfrage wegen Mangel an Platz im Garten keine günstige Aufnahme fand. Anderseits war auch die Aufstellung eines besondern Regenmessers für diese Beobachtungen bisher noch nicht möglich.

Die beiden Apparate reichen 3 Fuß tief und sind entsprechend der vorgefundenen Terrainformation mit Lehmerde und auf zirka 5 Zoll Dicke mit Humus aufgefüllt.

Dieselben ergaben nachstehende Resultate:

Adlisberg bei Zürich.

	Höhe der Niederschläge bei der Sternwarte	Filtrationsmengen.				Bemerkungen.
		Wiese.		Wald.		
	Zoll.	Zoll.	%	Zoll.	%	
1866 Dezember	4.08	1.50	37	1.59	39	
1867 Januar	4.12	4.67	113	3 96	96	Starke Schneeschmelze.
Februar	2.43	1.95	80	1.52	63	
März	3.57	3.18	89	2.68	75	
April	4.85	3 67	76	3.12	64	
Durchschnitt	19.50	14.97	78.6	12.87	67.5	

Die Beobachtungen vom Dezember und in den ersten Tagen Januars sind noch unsicher, so daß auch die dießfälligen Mittelzahlen nicht genau sind.

Für den Zeitraum seit Ende der großen Schneeschmelze im Januar, der sich ziemlich scharf abscheidet, ergeben sich als Mittelzahlen für die versickernde Wassermenge in Wiesboden 81 %,
in Waldboden 67 „
durchschnittlich 74 „
was ziemlich genau mit der aus den Beobachtungen in Apsley Mill für den Winter abgeleiteten Mittelzahl stimmt, und zur Bekräftigung jener Annahmen dienen mag.

In Ermanglung weiterer Beobachtungen sind dann im Text als Versickerungsmenge in Zürich 34 % der Regenmenge angesetzt.

3. Beobachtungen über das theils in Quellen zu Tage tretende, theils oberflächlich ablaufende Wasser.

a. Beobachtungen bei verschiedenen Quell- und Flußgebieten.

Bezeichnung des Flußgebietes.	Ausdehnung des Flußgebietes.	Jahrgang.	Regenhöhe.	Betrag der abfließenden Wassermenge
(Bateman, Metropolis Water Supply.)	Jucharten.		Zoll.	%
Manchester-Wasserwerke (ablauf. Wasserhöhe 28")	20,000		42.4	66
(Beardmore, Manual of Hydrology.)				
Loch Katrine-Distrikt, Schottland	51,500	1854	$87\frac{3}{4}$	$89\frac{1}{2}$
Loch Lubnaig „	50,200	1846	$56\frac{2}{3}$	$76\frac{1}{2}$
Brockburn Gorbals Wasserwerke, Glasgow	3,100	1852	$51\frac{1}{2}$	$78\frac{3}{4}$
Bann-Fluß und Neagh-See, Irland	1,590,000	1856	22	78
Brosna, Ferbane-Fluß	321,000	1852	35	54
dito	„	1856	$24\frac{3}{4}$	70
Robe-Fluß, Mayo, Irland	79,000	1851	$38\frac{3}{4}$	$61\frac{1}{2}$
Ban Reservoir	3,700	$18\frac{37}{38}$	61.2	$66\frac{2}{3}$
Greenock Reservoir	5,700	$18\frac{27}{28}$	51.—	$68\frac{1}{3}$
Bute Reservoir Wasserversorgung von Edinburg	5,600	1826	38.6	$52\frac{1}{2}$
Glencorse Reservoir, Pentland-Hügel, dito	4,300	—	31.5	$60\frac{1}{3}$
Belmont Reservoir	2,000	1843	53.9	80
dito	„	1844	42.5	$66\frac{2}{3}$
dito	„	1845	46.8	75
dito	„	1846	42.3	$66\frac{2}{3}$
Rivington Pike	11,700	1847	47.2	72
Longdendale	—	1847	47.2	89
Swineshaw	—	1847	41.9	$75\frac{1}{2}$
Turton und Entwistle	2,300	1836	39.3	$88\frac{2}{3}$
dito	—	1837	41.0	81
Bolton Wasserwerke	600	—	—	71 (?)
Ashton	425	1844	34.0	$38\frac{2}{3}$
Lee-Fluß, Hertfordshire	320,000	1851	$19\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{3}$
dito	„	1852	$33\frac{3}{4}$	23
dito	„	1856	$20\frac{1}{3}$	$23\frac{1}{3}$
Saone-Fluß, Frankreich	8,300,000	1852	$33\frac{3}{4}$	$55\frac{1}{2}$
dito	„	1853	29	$62\frac{1}{2}$
dito	„	1854	24	$55\frac{1}{2}$
dito	„	1855	$24\frac{1}{2}$	59
(Samuel Hughes Wasserwerke.)				
Beobachtungen in Amerika.				
Madison County, New-York, Eaton-Bach	7,600	—	—	66
dito Madison-Bach	6,700	—	—	50
Albany-Wasserwerke, 1tes Gebiet, Mai bis Okt.	2,900	1850	—	$41\frac{1}{2}$
dito dito Nov. bis April	„	„	—	$77\frac{1}{2}$
dito dito Mai bis Okt.	„	1851	—	$82\frac{1}{2}$
dito 2tes Gebiet, Juli bis Dez.	9,000	1850	—	$33\frac{1}{2}$
dito dito Jan. bis Juni	„	„	—	$53\frac{1}{2}$

b. Wasserwerke von Liverpool.

Jahre.	Regenhöhe.	Wassermenge in Liverpool abgegeben.	Wassermenge als Kompensation abgegeben.	Wassermenge durch die Ueberläufe abgeflossen.	Gesammte aufgefangene Wassermenge.	% der ganzen Regenmenge.
	Zoll.	Millionen Kubikfuß.	Millionen Kubikfuß.	Millionen Kubikfuß.	Millionen Kubikfuß.	
1861	39.4	639	510	213	1362	77.13
1862	41.2	663	510	353	1526	82.63
1863	43.4	683	510	357	1550	79.84
1864	33.2	678 ?	510	?	1052	71.37
Mittel	39.3	666	510	197	1373	77.74

(Nach Bateman, Metropolis Water Supply.)

Beilage IV.

Fremde Bestandtheile im Wasser verschiedener Wasserversorgungen und in Flüssen.

	Vorübergehende Härte.	Bleibende Härte.	Fremde Bestandtheile oder feste Rückstände bei der Verdampfung.	Mineralische Rückstände	Organische Rückstände.
	°	°	in $^1/_{100000}$ Theilen des Wassergewichtes.		
Paris. Seine, Januar 1853		—	21.3	—	—
Februar „	17—20	—	27.7	—	—
März „		—	19.0	—	—
Ourcq-Kanal	31	—	59	—	—
Grenelle, artesischer Brunnen .	9—11	—	14.9	—	—
Quellen von Belleville . .	155	—	252	—	—
Près St. Gervais . . .	76	—	119.4	—	—
Leitung von Arcueil . .	37.5	—	52.7	—	—
Dhuis	23	—	29.5	27.8	1.7
Vanne	18	—	—	—	—
Dijon. Quelle du Rosoir .	—	—	26.1	—	—
Lyon. Rhone, Sommer . .	—	—	10.8	—	—
Winter . .	—	—	18.2	—	—
Genf. Rhone bei den Wasserwerken			18.2	—	—
Arve			12.8—24.3	—	—
Berlin. Wasserwerke . .	$7^3/_4$—$8^1/_2$	—	—	—	—
Dresden. Elbe, Hochwasser .	1.6—2	1.6	12.6	10.1	2.5
Niederwasser .	4	4.—			
Wien. Donau			12 5	—	—
Fischa Dagnitz	16.2	10.8	28.7	27.6	1.1
Basel, Rhein			20	15	5.—
Birs			20—23	18—21	2.—
Wiese			5—7	4.6	1.—
Quellen der Wasserversorgung					
Angensteiner			23—26	—	—
Grellinger .			25—35	—	—
Kaltbrunnen.			43	—	—
England. Wasserwerke in London					
New River, Leafluß, 1856	19.1	11.1	31.1	29.7	1.4
1862	—	—	.24.7	23.2	1.5
1863	—	—	31.2	27.6	3.6
1865	17.8	4.1	23.9	23.2	0.65
East London, Leafluß 1856	20.0	10.7	31.5	30.0	1.5
1862	—	—	27 4	24.9	2 5
1863	—	—	35.4	31.4	4.—
1865	19.—	5.3	25.7	24.8	0.90
Southwark, Themse 1856	19.4	11.7	30 3	28.3	1.96
1862	—	—	27.5	42 4	3.10
1863	—	—	27.1	42.5	2.6
1865	17.8	5.1	25.4	24.0	1 4
Lambeth, Themse 1856	17.1	11.2	28.3	26.4	1.9
1862	—	—	29.0	25 9	3.1
1863	—	—	32.0	28.0	4.0
1865	18.8	5.0	25.4	24.0	1.4

		Vorüber-gehende Härte.	Bleibende Härte.	Fremde Bestandtheile oder feste Rückstände bei der Verdampfung.	Mineralische Rückstände.	Organische Rückstände (Glühverlust.)
				in $^1/_{100000}$ Theilen des Wassergewichtes.		
England. Wasserwerke in London.						
West Middlesex, Themse	1856	20.4	11.6	30.0	28.6	1.4
	1862	—	—	26.0	23.7	2.3
	1863	—	—	30 3	26.8	3.5
	1865	17.4	5.6	23.7	22.7	1.0
Chelsea, Themse	1856	19.7	12 3	32.5	30.5	2.0
	1862	—	—	24.6	22.6	2.0
	1863	—	—	31.6	28 0	3 6
	1865	18.1	5.7	24.4	23.2	1.2
Grand Junction, Themse	1856	21.2	11.3	32.3	30.3	2.0
	1862	—	—	27.1	24.5	2.6
	1863	—	—	27.1	24.5	2.6
	1865	18 1	6.0	24.5	23.5	1.0
Kent und Plumstead, Ravensbourne und Schächte	1856	17.2	14.4	37.3	35.4	1.9
	1862	—	—	35.1	31.1	4.0
	1863	—	—	38.4	33.7	4.7
	1865	25.3	7.9	39.6	37.3	2.3
Quellen bei Batemans Projekt für Wales						
River Vyrnwy		2.6	—	3.7	2.7	1.03
„ Banw		2.6	—	4.1	2.4	1.66
„ Clywedog		1.6	—	9.7	7.7	2.00
„ Severn		3.1	—	10.3	8.2	2.06
Quellen bei der projektirten Versorgung aus den Cumberland-Seen, Fluß Lowther .		7.4	6.3	10.00	9.1	0.9
Haweswater-See		3.0	2 6	5 7	4 8	0.9
Ullswater-See		3.0	3.0	5 9	5.4	0.5
Thirlmere-See		2.0	2.0	5.2	4.1	1.1
Rawlinsons Projekt für Liverpool, Bala-See		1.0	—	3.0	1 2	1.8
Versorgung von Glasgow, Loch Katrine		1.0	—	3.4	2.5	0.86
dito Gorbals Werke		4.6	—	7.4	5.2	2.2
dito von Manchester . . .		2 0	—	4.7	3.7	0.97
Loch Lomond		1.2	—	4.0	2.3	1.7
Wasserversorgung von Inverneß . .		1.0	—	3.6	2.5	1.1
„ von Whitehaven . .		1.0	—	2.9	2.2	0.7

In den Londoner Beobachtungen wurde die bleibende Härte im Jahre 1856 nach 5 Minuten dauerndem Sieden, im Jahre 1865 nach stündigem Sieden bestimmt.

Die sogenannten organischen Rückstände bezeichnen meistens nur den beim Glühen sich verflüchtigenden Theil der festen Rückstände der Abdampfung, der keineswegs genau dem Gehalt an organischen Bestandtheilen entspricht.

Die obigen Angaben sind entnommen aus den bei Beschreibung der verschiedenen Städte angeführten Quellen, für Basel aus

der Abhandlung über Grundwasser und Bodenverhältnisse von Professor A. Müller.

2. Fremde Bestandtheile in verschiedenen Wassern in Zürich.

	Vorübergehende Härte	Bleibende Härte	Fremde Bestandtheile oder feste Rückstände bei der Verdampfung.	Mineralische Rückstände.	Organische Rückstände (Glühverlust).
			in $^1/_{100000}$ Theilen des Wassergewichtes.		
Albisrieder Leitung . . .	32—33	12½—13	36	34.6	1.4
Friesenberger „ . . .	36	12	34	30.7	3.3
Hirslander „ . . .	28½	12½	33.2	23.3	0.9
Hottinger „ . . .	32—36	12—16	34	31.7	2.3
Flunterner „ . . .	33—36	11½—12½	41	36.7	4.3
Seefeld „ . . .	41—42	13½—14	54	50.1	3.9
Wäggithal, Fläschloch . .	9½—10	3½	7.8–12.9	7.5–12.6	0.3
Lang'sche Quelle bei Zumikon .	30	16	34.1		
Quelle bei der Binzmühle .	32	16	33.5	30.9	2.6
„ bei Opfikon . . .	31.5	—	32.9	31.9	1.0
„ des Brunnbaches . .	28	13	32.2	29 5	2.7
„ im Goldenen Thor .	29—30	—	31.8	29.7	2.1
„ des Bleichebachs Dietlikon	28	15	30.9	29.0	1.9
„ des Neubrunnen „	27	13½	28.6	27.2	1.4
Seewasser.					
Zürichsee, Oberfläche . .	11—13	5½—6½	13.3	12.7	0.6
„ 40′ tief . . .	11—13	5½—6½	14.6	14.2	0.4
Filtrirtes Limmatwasser . .			14.8	14.5	02.—0.3
Limmat beim Papierweerd .	11—12	—	15.0	14.0	1.0
Törlersee, Oberfläche . .	20—21	8½	19.1	15 7	3.4
„ 50′ tief . . .	„	„	19.4	17.8	1.6

Auch hier ist der als organisch bezeichnete Gehalt nur der Gewichtsverlust beim Glühen des Verdampfungsrückstandes.

Je mit dem Wasserreichthum ändert sich der Härtegrad der Quellen sehr bedeutend, um 3—4°, während sich dagegen derjenige des Seewassers bei allen bisher angestellten Beobachtungen auffallender Weise als nahezu unveränderlich gezeigt hat. Eine Vergleichung zeigt, daß das Wasser des Zürichsees und namentlich

das filtrirte Limmatwasser den geringsten Glühverlust oder Gehalt an organischen Bestandtheilen enthält, sich somit in dieser Hinsicht vorzüglich für eine Wasserversorgung eignet.

Beilage V.

Vertheilung des Wasserbedarfs der Londoner Wasserwerke über die verschiedenen Tagesstunden in Prozenten des täglichen Verbrauches.

Zeit.			East London.	Grand Junction.	Lambeth.	Southwark und Vauxhall.	Chelsea.
Abends	6—7	Uhr	3.4	5.7	3.8	4.2	1.7
	7—8	"	3.0	5.7	4.0	3.7	1.8
	8—9	"	2.5	4.8	2.6	2.9	1.5
	9—10	"	2.4	4.0	2.5	2.2	1.4
	10—11	"	2.3	4.0	2.1	1.7	1.0
	11—12	"	2.0	1.4	2.4	1.2	1.1
Mitternacht	12—1	"	2.1	1.4	2.2	0.9	1.2
	1—2	"	2.1	1.4	2.4	1.0	1.4
	2—3	"	2.1	1.4	2.4	1.4	1.2
	3—4	"	1.9	1.4	2.9	3.0	1.3
	4—5	"	2.2	1.4	3.5	4.7	1.7
	5—6	"	2.6	1.4	3.9	6.0	1.6
Morgens	6—7	"	4.7	5.8	5.3	6.7	10.5
	7—8	"	6.7	5.8	5.5	6.8	9.8
	8—9	"	6.5	5.7	5.4	6.8	9.5
	9—10	"	6.5	5.7	5.3	6.1	9.2
	10—11	"	6.4	5.7	5.2	5.7	8.0
	11—12	"	6.1	5.7	5.2	5.8	6.2
Mittags	12—1	"	6.3	5.7	5.4	5.8	5.1
	1—2	"	5.8	5.7	5.7	5.3	6.4
	2—3	"	5.9	4.4	5.9	4.8	6.9
	3—4	"	5.6	4.4	6.0	4.5	5.7
	4—5	"	5.5	5.7	5.3	4.4	3.2
	5—6	"	5.3	5.7	5.1	4.4	2.6
			100	100	100	100	100

Durchschnitt bei gleichmäßigem Verbrauch . . . 4.17 %

Da durchschnittlich noch die unterbrochene Wasserlieferung besteht, geben diese Zahlen allerdings nicht den Wasserbedarf des ganzen Gebietes jeder Leitung je für die betreffende Stunde an, sondern gewähren nur eine ungefähre Uebersicht der Schwankungen.

Beilage VI.

Preise verschiedener Wasserversorgungsapparate in Zürich.

1. Wasserleitungsröhren und Schieberhähne.

Lichte Weite der Röhren.	Gußeiserne Röhren, System Lavril mit Blei- und Kautschukdichtung.	Gußeiserne Muffröhren mit Bleidichtung (Roll'sche Eisenwerk).	Chamerop-Röhren.	Asphaltröhren von Seeger und Müller, Stuttgart.	Hamburger Asphaltröhren.	Inländische Fabriken.	Englische Fabriken.	Deutsche Fabriken.
	Preis per laufenden Fuß.					Preis per Stück mit Zubehör.		
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
70 Millimeter 2⅓ Zoll	1.30	1,30	1.10	1.05	1.00	—	—	—
100 „ 3⅓ „	2.00	2.00	1.60	1 50	1.50	90	120	130
150 „ 5 „	3.30	3.20	2.50	2.80	2.40	130	170	185
200 „ 6⅔ „	4 70	4.60	3.70	4.20	3.50	170	225	245
250 „ 8⅓ „	6.40	6 10	4.90	5.60	4.70	220	280	310
300 „ 10.0 „	8.20	7.80	6.30	—	5.90	270	350	385
350 „ 11⅔ „	10.30	9.70	7.90	—	7.00	320	545	470
400 „ 13⅓ „	12 60	11.70	9.80	—	8.40	370	610	570
450 „ 15 „	15 10	14.00	11.90	—	9.90	420	725	690
500 „ 16⅔ „	17.80	16.50	14.10	—	11.80	—	—	—
550 „ 18⅓ „	20 50	19.50	16.40	—	13.90	—	—	—
600 „ 20 „	23.40	22.50	18.80	—	16.30	—	—	—
700 „ 23⅓ „	—	28.50	24.00	—	—	—	—	—
800 „ 26⅔ „	—	34 70	29.50	—	—	—	—	—
900 „ 30 „	—	41.00	35.00	—	—	—	—	—
1000 „ 33⅓ „	—	47.80	40.40	—	—	—	—	—

Alle Röhrenpreise begreifen die Lieferung, das Dichten und Legen, dagegen nicht die Grabarbeit in sich.

Die Preise unter Nr. 1 und 2 stützen sich auf die behufs Uebernahme des Röhrenbedarfes für die Stadt Zürich gemachten Eingaben der Lieferanten. Nr. 3, 4 und 5 sind den Preiscouranten entnommen, auf die entsprechende lichte Weite reduzirt, und wurden bei diesen 3 Röhrengattungen die Kosten für das Legen gleich hoch angeschlagen, entsprechend der im Preiscourant Nr. 3 enthaltenen Angabe. Die Röhren unter Nr. 2 sind bis auf 20 Atmosphären Druck garantirt. Die Preise für Schieberhähne geben

den Durchschnitt zahlreicher Eingaben für die Lieferung der in Zürich nöthigen Hähne an.

2. Wassermesser
in Zürich angenommen.

Durchmesser der Zulaufröhre.	Cylinder-Wassermesser. System Kennedy. Wassermenge. Kubikfuß per Tag.	Wassermenge. Maß per Min.	Gewicht des Wassermessers. ℔	Preis. Felix Waßelär in Brüssel.	Preis. Paul Stumpf in Mainz.	Turbinen-Wassermesser System Siemens. Wassermenge. Kubikfuß. per Tag	Wassermenge. Maß per Min.	Preis. von Guest und Chrimes in Rotherham.	Preis. Siemens und Halske in Berlin.
Zoll schweizerisch.				Fr.	Fr.			Fr.	Fr.
0.2	900	11	70	145	120	600	7	85	80
0.3	1,800	22	85	160	145	1,000	12	95	100
0.4	2,700	34	110	180	170	2,000	25	110	115
0.5	4,000	50	150	210	200	3,500	44	125	125
0.6	5,800	72	195	245	225	5,000	63	140	140
0.8	9,800	120	300	310	300	7,500	94	165	165
1.0	15,000	190	440	395	375	11,500	145	195	195
1.25	22,000	270	630	515	485	17,000	210	230	235
1.50	30,000	380	880	650	595	23,500	295	270	270
1.75	38,000	480	1040	795	710	30,000	375	315	315
2.0	48,000	600	1250	940	850	38,000	475	355	360
2.5	71,000	890	1700	1215	1120	55,000	690	445	460
3.—	102,000	1280	2200	1465	1470	76,000	950	540	570
4.—	180,000	2250	3300	1950	2120	123,000	1540	720	790
5						181,000	2260	920	1040
6						255,000	3190	1140	
8						436,000	5450	1670	
10						616,000	7700	2350	

Wie bei allen nachfolgenden Apparaten steigen die Durchmesser der Röhren in Achtelstheilen eines englischen Zolles. Da diese Abstufung sehr nahe, gleich $1/_{10}$ Schweizerzoll, sind in diesen Zusammenstellungen alle Preise auf die Röhrenweiten in Schweizerzoll reduzirt.

3. Hähne für die Hausabgabe.

a. Schraubhähne.

	Französisches Fabrikat			Englisches Fabrikat.					Deutsches Fabrikat.		
	Herbevin in Paris.	Thiebaud in Paris.	M. Flicoteaux in Lyon.	John Warner in London.	Th Lambert in London.	John Beck in London.	Hayward Tyler u. Cie in London.	Guest u. Chrimes in Rotherham.	Paul Stumpf in Mainz.	Paul Stumpf in Mainz.	Fr. Liebtreu in Frankfurt a. M.
	Preis per Stück in Zürich angenommen.										
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
0.2	8.80	—	9.20	2.70	2.70	2.50	3.20	3.10	4.00	5·70	—
0.3	9.60	10.00	10.20	3.00	3.20	3 00	3 60	3.80	4.60	6.30	4.70
0.4	10,60	11,00	11,60	3,50	3.80	3.80	4.10	4.60	5.40	7.20	5.30
0.5	11.80	12.00	13.60	4,30	4.70	4.80	5.00	5.50	6.50	8.40	6.40
0.6	13,30	13.00	16.10	5.20	5.80	5.80	6.00	6.60	7.70	9.90	8.00
0.8	17.10	15.40	23.00	8,40	8·70	8 30	9.50	10.00	11.50	13.90	12.20
1 0	21·90	—	33.00	—	17.40	11.70	—	18.50	—	—	28.60
1 25	—	—	48·70	—	30.00	—	—	29.50	—	—	43.00
1.5	—	—	65.00	—	41 50	—	—	—	—	—	
1.75	—	—	81·40	—	—	—	—	—	—	—	

b. Schwimmerhähne.

	Französisches Fabrikat.		Englisches Fabrikat.						Deutsches Fabrikat.	
	Herbevin in Paris.	M. Flicoteaux in Lyon.	Warner.	Th. Lambert (Ventilhähne).	Th. Lambert (Scheibenhähne.)	John Beck in London.	Hayward Tyler u. Cie in London.	Guest u. Chrimes in Rotherham.	Paul Stumpf in Mainz.	Fr. Liebtreu in Frankfurt a. M.
	Preis per Stück in Zürich angenommen.									
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
0.2	—	14.30	3.50	—	—	3.80	3.60	—	—	
0.3	—	15.90	3.70	4.10	6.50	4.00	3.80	5.10	—	9.20
0.4	—	17.80	4.00	4.40	7.00	4.50	4.30	5.50	8.80	9.80
0.5	16.30	20.00	4 70	5.00	8.20	5 00	4.90	6.20	11.60	10.30
0.6	18.00	22.50	6.00	6.00	10.00	6.00	5.90	7.60	15.00	10.80
0.8	23.00	29.00	10.30	10 60	22.50	10.00	10.10	12.30	24.50	17.50
1.0	30.40	37·50	17.20	17 30	32.50	18.00	16.00	20.20	34.80	24.00
1.25	37.60	—	28.20	28 00	40.00	33 50	25 40	33.60	47.60	27.50
1.50	—	—	47.00	42·60	56.00	50·00	48.80	52.00	—	—

Diese aus verschiedenen Preiscouranten entnommenen, mit einem Zuschlag für Fracht und Zoll versehenen, auf ein einheitliches Maaß reduzirten Preise sind keineswegs maaßgebend für die Beurtheilung der verschiedenen Lieferanten, da System und Ausstattung der Hähne vielfach verschieden, und namentlich aus Deutschland nur wenige Preiscourante zu Gebote standen.

4. Preise besonderer Vorrichtungen.

a. Selbstregulirende Hähne mit langsamem Ausfluß:

Th. Lambert ohne Zubehör	Fr. 14.
mit Ständer und Griff	„ 19.
John Warner	„ 21.
Hayward und Tyler, Howards Patent	„ 27.
Guest und Chrimes, Eskholme's Patent	„ 30.

b. Water-closet-Einrichtungen:

		Fr.
Th. Lambert.	Mit Lamberts Regulirhahn . . .	55—58.
dito	Mit Underhays Blasebalgregulator ohne Cisterne und Schwimmerhahn.	57—65.
dito	Selbstwirkendes Closet durch Druck auf den Sitz	76.
Hayward und Tyler.	Mit Howards Regulirhahn und Verschlußschaale	67.
dito	Mit Howards Regulirhahn mit Verschlußventil	100.
dito	Mit Underhays Patent mit Verschlußschaale	71.
dito	Mit Underhays Patent mit Verschlußventil	120.
John Warner.	Mit Warners Regulirhahn und Verschlußschaale	54—68.
dito	Mit Warners Regulirhahn und Verschlußventil	101—105.
Guest und Chrimes.	Mit Eskholme's Luftregulator mit Syphonverschluß	50.
	mit Verschlußschaale	76—86.
	mit Verschlußklappe	110—130.
Paul Stumpf in Mainz		55—150.
Fr. Liebtreu in Frankfurt a. M.		65—74.

5. Preise der Röhren für Hausleitungen

aus Schmiedeisen und Blei, bei letztern mit Angabe der an verschiedenen Orten verlangten Dimensionen.

Lichte Weite der Röhren.	Schmiedeiserne Röhren		Bleiröhren. 1. Posen.			2. Stettin.			3. Braunschweig.			4. Lyon.			5. Schaffhausen.		
	Gewöhnliche Eisenröhren. Preis pro laufd. Fuß.	Verzinkte Eisenröhren. Preis pro laufd. Fuß.	Wandstärke.	Gewicht pro laufd. Fuß.	Preis pro laufd. Fuß.	Wandstärke.	Gewicht pro laufd. Fuß.	Preis pro laufd. Fuß.	Wandstärke.	Gewicht pro laufd. Fuß	Preis pro laufd. Fuß.	Wandstärke.	Gewicht pro laufd. Fuß.	Preis pro laufd. Fuß.	Wandstärke.	Gewicht pro laufd. Fuß.	Preis pro laufd. Fuß.
Zoll.	Fr.	Fr.	Zoll.	℔	Fr.	Zoll.	℔	Fr.	Zoll.	℔	Fr.	Zoll.	℔	Fr.	Zoll.	℔	Fr.
0.4	0.20	0.46	0.12	1.18	0.37	0.13	1.23	0.38	0.12	1.16	0.36	0.19	2.17	0.67	—	—	—
0.5	0.22	0.50	0.12	1.45	0.45	0.14	1.62	0.50	0.13	1.60	0.50	0.20	2.71	0.84	0.12	1.45	0.49
0.6	0.25	0.54	0.13	1.74	0.54	0.15	2.05	0.64	0.15	2.10	0.65	0.21	3.25	1.01	0.13	1.75	0.60
0.7	0.28	0.60	0.13	2.11	0.66	0.16	2.56	0.80	0.17	2.83	0.88	0.21	3.79	1.18	0.13	2.10	0.71
0.8	0.32	0.67	0.14	2.53	0.79	0.18	3.27	1.02	0.21	4.04	1.25	0.22	4.34	1.34	0.13	2.40	0.82
0.9	0.38	0.75	0.15	3.04	0.94	0.20	4.18	1.30				0.22	4.88	1.51	0.14	2.75	0.94
1.0	0.45	0.83										0.23	5.42	1.68	0.14	3.00	1.02
1.5	0.80	1.40										0.24	8.13	2.52	0.14	4.50	1.53

Bei den Bleiröhren Nr. 1, 2, 3, 4 werden die eingeschriebenen Dimensionen verlangt. Der Preis ist berechnet nach dem Ansatz von Fr. 31 pro Zentner. Die Röhren unter Nr. 5 sind die stärkere Sorte der von Herrn J. G. Altorfer in Schaffhausen verfertigten Bleiröhren. Der Preis beträgt hier, der besonders sorgfältigen Arbeit wegen, Fr. 34 pro Zentner.

Beilage VII.

Zusammenstellung der Kosten für Wasserhebung mittelst Dampf.

1. Liverpool Wasserwerke.

Beobachtungen an den verschiedenen Stationen.
(Thomas Duncan, Liverpool Waterworks. Institution of Mechanical Engineers Proceedings 1863. Part II.)

Bezeichnung der Pumpenstation.	Hubhöhe.	Geförderte Wassermenge Kubikfuß in 24 Stunden.	Gesammtauslagen um 100 Kubikfuß Wasser auf 100' Höhe zu heben.	Detaillirung der Kosten auf die einzelnen Auslagen in % der Gesammtkosten. Brennmaterial.	Schmiere, Putzzeug.	Taglöhne.	Reparaturen.
	Fuß.	Kubikfuß.	Rappen.	%	%	%	%
Green Lane	279	490,000	1.237	53.1	9.0	21.6	16.3
Windsor	292	173,000	1.255	49.2	9.3	30.1	11.4
Bootle	173	130,000	2.973	54.0	9.4	29.1	7.5
Andley-Straße . . .	108	81,000	4.264	60.2	4.2	28.3	7.3
Busch	232	45,000	3.710	59.4	4.5	30.8	5.3
Soho	251	81,000	2.814	57.1	6.9	22.2	13.8
Hotham-Straße . . .	208	42,000	4.294	59.9	5.7	25.8	8.6
Water-Straße	261	72,000	2.534	58.4	8 2	27.4	6.0
Durchschnitt		1,114,000	2.887	55.2	7.8	25.7	11.3

2. Beobachtungen in verschiedenen Wasserwerken.

Samuel Hughes Waterworks.

	Kosten pro 100 Kubikfuß auf 100' Höhe. Rappen.
Cornische Maschinen der East London Wasserwerke nach Wicksteed	0.913.
Wolverhampton Wasserwerke	2.559.
Kohlenpreis Fr. 0.46 pro Zentner.	
Southwark und Vauxhall Wasserwerke 1849	0.877.

Kohlenpreis Fr. 0.61 pro Zentner.
Für das Brennmaterial 58 % der ganzen Kosten.
Grand Junction Wasserwerke 1849 . . . 1.682.
Kohlenpreis Fr. 0.88 pro Zentner.
Für das Brennmaterial 70 % der ganzen Kosten.

Der Kohlenpreis in England wechselt an verschiedenen Orten und Zeiten zwischen Fr. 0.45 bis Fr. 1.80 pro Zentner, darf durchschnittlich zu 40 bis 50 % desjenigen in Zürich angenommen werden, was bei Vergleichung der Liverpooler Versuche zu berücksichtigen.

In dem Parlamentsbericht über Benutzung des Londoner Kanalwassers vom Jahr 1864 werden die Kosten für 100 Kubikfuß auf 100′ Höhe von Mr. J. Hocking zu 1.308—1.526 Rappen,
von Mr. W. West zu 1.526 „
bei einem Steinkohlenpreis von Fr. 0.95 bis Fr. 1.05 pro Zentner angegeben.

3 Wasserversorgung von Dresden.

Bericht von August Fölsch.

Nach dem Voranschlag für eine Elbwasserversorgung der Stadt Dresden und nach den Auszügen aus den Abrechnungen verschiedener städtischer Wasserwerke sollen sich die Auslagen für die Wasserhebung stellen wie folgt:

	Dresden. (Voranschlag.)		Hamburg.		Magdeburg.		Lyon.		Wien.	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Brennmaterial	46,620	56.1	52,290	61.0	87.090	71.7	62,160	61.7	212,070	84.2
Taglöhne	16,425	19.7	13,980	16.3	22,440	18.5	31,080	30.8	16,890	6.7
Oel, Schmiere, Licht	10,688	12.9	10,260	11.9	9,060	7.4			11,730	4.6
Reparaturen an Maschinen und Gebäuden	9,375	11.3	9,270	10.8	2,940	2.4	7,553	7.5	11,344	4.5
Total	83,108		85,800		121,530		100,793		252,034	

Daraus lassen sich die absoluten Kosten pro 100 Kubikfuß berechnen. Die Druckhöhe beträgt so viel bekannt in Hamburg 190′, in Magdeburg 150′, in Lyon 200′ und ist in Dresden zu 120′ angenommen. Für Wien ist sie jedenfalls nicht über 200′. Zur Vergleichung mit dem auf Seite 309 berechneten Werthe sind auch die Kosten für 100 Kubikfuß auf 200′ Höhe berechnet.

		Dresden.	Hamburg.	Magdeburg.	Lyon.	Wien.
Kosten von 100 Kubikfuß (Voranschlag.) nach dem Obigen	Rp.	3.384	3.493	4.948	4.103	10.261.
Kosten pro 100 Kubikfuß auf 200′ Höhe	Rp.	5.64	3.68	6.60	4.10	10.26.?

Der Steinkohlenpreis in Dresden beträgt Fr. 1 pro Zentner, in Wien Fr. 2.50 pro Zentner, so daß er in Zürich ziemlich im Mittel zwischen diesen beiden Werthen steht. Der berechnete Preis von Dresden und Wien ergiebt als Mittelwerth Rappen 7.4, also genau mit den frühern Berechnungen übereinstimmend.

Inhalts-Verzeichniß.

Allgemeiner Theil.

Betrachtung ausgeführter Wasserversorgungen.

Seite.

Beilagen.

Berichtigungen.

Seite 77 Linie 8 von unten lies Dammhöhe statt Dammfläche.
„ 78 „ 9 von unten „ 141 statt 59.
„ 99 „ 4 von oben „ 0.60 Fr. statt 60 Fr.
„ 123 „ 11 von unten „ 22 Fr. statt 24 Fr.
„ 135 „ 4 von oben „ 8 Kubikfuß statt 4.
„ 192 „ 8 von unten „ 14,000 statt 1400.
„ 192 „ 7 von unten „ 28,000 statt 2800.

16

14 DAY USE

RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

LOAN DEPT.

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

14Mr58RK	
REC'D LD	
APR 1 1958	

LD 21A–50m-8,'57
(C8481s10)476B

General Library
University of California
Berkeley